النماذج المحاسبية وبحوث العمليات
في
اتخاذ القرارات

تأليف

دكتور
عبد الحي مرعي
كلية التجارة - جامعة الإسكندرية

دكتور
كمال خليفه أبو زيد
كلية التجارة - جامعة الإسكندرية

١٩٨٢

الناشر
دار الرشاد للطباعة والنشر
٤٧ شارع سعد زغلول ت ٨١٧٣ ٠٨

النماذج المحاسبية وبحوث العمليات
في
اتخاذ القرارات

تأليف

دكتور
عبد الحي مرعي
كلية التجارة - جامعة الإسكندرية

دكتور
كمال خليفة أبوزيد
كلية التجارة - جامعة الإسكندرية

١٩٨٢

الناشر
دار ارشاد للطباعة ونشر
٤٧ شارع سعد زغلول ت ٩٠٨١٧٣

بسم الله الرحمن الرحيـــم

مقدمة الكتاب

يعيش العالم فى الظروف الراهنة ثورة جبارة فى أنظمة المعلومات ، والــتى احداها ــ وربما أهمها ــ النظام المحاسبى . وتمتد تيارات الثورة الى تحريـك وتعبيير الجد وراكما تمتد لتغيير وتطوير الأسس والأدوات والأهداف والأمكانيـات . وتهدف الثورة بصفة عامة لتوفير مناخ أكثر علمية وأحسن منطقية لاتخاذ القرارات السليمة المؤثرة فى موارد المجتمعات الطبيعية والصناعية ، بقصد رفع مستـــوى الرفاهية وتوفير امكانات التقدم والنمو .

وترتكن هذه الثورة فى مقوماتها الرئيسية على قوى العلم والمعرفة ، وتشمل كل مايتعلق باتخاذ القرارات ابتداء بتقصى البدائل وتتابعا بتوفير البيانـــات ، واختيار النماذج الملائمة لاتخاذ القرارات ، وتحديد القوى المؤثرة فى اتخـــاذ القرارات ونتائجها ، وغيرها ، وانتهاء بقياس كفاءة وفعالية القرار المتخذ فـــى شأن تحقيق الأهداف الذى تم اتخاذه من أجل تحقيقها .

وتعتبر المحاسبة الادارية ، بما تولده من معلومات وماتوفره من نمــــاذج مساعدة فى اتخاذ القرارات أكثر جزئيات النظام المحاسبى تأثرا وأهمها تأثيـــرا فى تحقيق أهداف هذه الثورة . ويهدف هذا الكتاب الى توضيح دور المحاسبة الادارية فى المساهمة فى عملية اتخاذ القرارات فى ظل هذه البيئة الثورية .

وينقسم الكتاب الى قسمين ، يقوم القسم الأول على تقديم النماذج والأدوات المحاسبية ومايرتبط بها من معلومات محاسبية فى شأن اتخاذ القرارات ، كمـــا يقوم القسم الثانى على تقديم نماذج بحوث العمليات التى تستخدم البيــــانات المحاسبية فى شأن اتخاذ القرارات .

وقد كتب القسم الأول الدكتور/ كمال خليفه أبو زيد ، أما القسم الثانى فقد كتبه الدكتور/ عبد الحى مرعى .

ونسأل الله العلى القدير أن يكون قد وفقنا فى تحقيق الأهداف الـــــتى تم كتابة هذا المؤلف من أجلها .

المؤلفـــان

الفصل الأول

دور المعلومات المحاسبية

١ ـ مفهــوم المحاسـبة الادارية :

١ ـ ١ ، مقدمة :

يشهد العالم تطورات اقتصادية تفرضها ظروف ندرة موارد الطاقة والتضخم وما لهما من أثر على التكاليف والأسعار ، كما توجد ثورة تقنية هائلة تقدم فرصا ومثلها تحديات بما تفرضه التقنية الحديثة من تغيرات سريعة فى جميع مجالات الحياة بصفة عامة ، ومجالات الأعمال بصفة خاصة • وبجانب ذلك توجد التغيرات فى الظروف الاجتماعية والسياسية • وتضع هذه العوامل جميعها اطار البيئة التى تعمل فيها أى منشأة بصرف النظر عن طبيعتها ، كما تؤثر فى أهداف المنشآت ولها وزنها فى تشكيل استراتيجياتها • ولا يوجد ثمة شك فى أن المجتمع يتطلب من أى مشروع بالاضافة الى امداد السلع والخدمات للوفاء باحتياجات اجتماعية واقتصادية ، وأن يقاس أداؤه وفقا لمستوى المسئولية الاقتصادية والاجتماعية ـ ذلك المستوى الذى يراه المجتمع لصالحه وليس لصالح المنشأة فقط •

وتعتبر المعلومات بمثابة "المحرك" لادارة أى مشروع ، بل وتحدد قدرته على أداء وظائفه ، كما تتوقف درجة فعالية الادارة على مدى وفرة وجودة المعلومات اللازمة للتخطيط والتنظيم والتوجيه والرقابة • وتهدف أنظمة المعلومات الادارية الى امداد المعلومات لاتخاذ القرارات فى مجال تخطيط وتنظيم ورقابة عملية الأنظمة الفرعية للمنشأة ، وتمثل المحاسبة الادارية واحدا من أحدث وأهم نظم المعلومات المحاسبية التى تمثل أهم أفرع نظم المعلومات الادارية وأكثرها فاعلية •

١ ـ ٢ ، تعريف المحاسبة الادارية :

تعتبر المحاسبة الادارية أحد فروع المحاسبة التى تهدف الى توفير بيانات

ومعلومات صالحة لاتخاذ القرارات ، وبذلك تؤدى لمساعدة الادارة فى أداء وظيفتى التخطيط والرقابة . وبجانب اعتمادها على بيانات النظام المحاسبى، فان المحاسبة الادارية تركن الى مفاهيم اقتصادية وسلوكية . وتحكم المفاهيم الاقتصادية قرارات استخدام الموارد ، أما المفاهيم السلوكية فتتناول سلوك الأفراد فى التنظيم الذى يخدمه نظام المحاسبة الادارية . ونتيجة لذلك فان معلومات المحاسبة الادارية تتضمن عناصر غير مالية ولاتنبثق من السجلات المحاسبية للنظام المحاسبى التقليدى . ولازالت المحاسبة الادارية فى مهدها كنظام للمعلومات ، وان تعددت كتاباتها فانها لم تتفق فى تحديد اطارها [(١)]. وفى اعتقادنا أن المحاسبة الادارية تمر بمراحل تطور تفرضها الظروف البيئية وتطور الأساليب الكمية والحاسبات الالكترونية وأثر هذه العناصر جميعا على أنظمة المعلومات . ونرى أن المحاسبة الادارية ستستجيب لهذه التطورات ، ذلك أن مصادر بياناتها محاسبية واقتصادية تتقبل التحليل الكمى والتفسير السلوكى . وتعطى الأساليب الرياضية والاحصائية والتشغيل الالكترونى للبيانات امكانيات ضخمة للمحاسب الادارى . وعندما يتم الوفاء باحتياجات أساليب تحليل حديثة فى مجالات التخطيط والرقابة واتخاذ القرارات ، فان المحاسب الادارى يواجه بأساليب أخرى أكثر حداثة وقدرة ، تفرض تحديها بما تتطلبه من بيانات وتقدم فرصتها

---

(١) من أمثلتها التعريف الذى قدمه "كيللر وفيرارا" وحددا فيه هدف المحاسبة الادارية فى تسهيل تحقيق أهداف المنشآة ، وهذه الأهداف توليفة من عوامل مالية وغير مالية ... ولذا فرضت هذه العوامل استخدام اصطلاح "الربح الأمثل" باعتباره أفضل من اصطلاح "أقصى الأرباح" . وتعريف "كيث" بأن المحاسبة الادارية وسيلة لتوصيل المعلومات للمديرين ، والتى يجب أن يحصلوا عليها باعتبارهم متخذى قرارات ولاتقدمها السجلات المحاسبية التقليدية . ويرى أن استخداماتها متباينة بحسب المشاكل التى توجه معلومات المحاسبة الادارية لحلها . راجع ذلك فى :

- Wayne Keller & William L. Ferrara, Management Accounting for Profit Control (N.Y.: McGraw-Hill Book Co., 1966), p. 3.
- Lyman A. Keith, Accounting: A Management Perspective (N.J.: Prentice-Hall, Inc.; 1980), p. 8.

بما تقدمه من معلومات تساعد فى حل مشاكل معقدة لاجراء اختبارات أكثر صعوبة ٠ وتظل الحاجة الى التطور لما تقدمه البيئة التقنية والاقتصادية والاجتماعية والسياسية من تغيرات تبرز مشاكل تستدعى الحل وفرصا تنتظر الاغتنام ٠ ونتيجة ذلك اتساع مجال المحاسبة الادارية بامتداد مصادرها وتعدد ميادين خدمتها ٠وستحاول ابراز أهم خصائص المحاسبة الادارية من خلال مقارنتها بالمحاسبة المالية فى النقطة التالية ٠

١ـ٣، مقارنة بين المحاسبة المالية والمحاسبة الادارية :

لعل النقاط التالية والتى نتناول فيها المقارنة بين المحاسبة الادارية والمحاسبة المالية تلقى ضوءا أكثر على طبيعة المحاسبة الادارية ومجالها ، وتتشابه المحاسبة الادارية والمحاسبة المالية فى أن كليهما يقوم على نظام المعلومات المحاسبى ٠ وحيث أنه يكون من غير المقبول بل والمكلف أن يوجد نظامان مختلفان لتجميع البيانات المحاسبية ، فان المحاسبة الادارية تخلق استخداما ذا قيمة للبيانات المحاسبية الروتينية وتضيف اليها باستخدام أدوات التحليل المختلفة ٠

ولاحظ أيضا مايراه "جاريسون" و "أنتونى" و "ريس" من أن المحاسبة الادارية تهتم بتقديم معلومات الى المديرين ، الى أولئك الذين يكونون داخل المشروع ويتحملون مسئولية توجيه ورقابة عملياته ، ويقارنها بالمحاسبة المالية التى تقدم المعلومات للأطراف الخارجية عن المشروع ٠ ويرى "أنتونى ، ريس" أن معلومات المحاسبة الادارية هى معلومات ملخصة وأنها تضم ثلاثة أنواع من المعلومات : معلومات كاملة عن التكاليف والايرادات وأخرى تفاضلية والثالثة على أساس المسئولية ويذكر أن المحاسبة الادارية تنطوى على عمليات عديدة وتطبق مجموعات مختلفة من الأسس التى تحكم توليف البيانات ، راجع فى ذلك :

- Ray H. Garrison, Managerial Accounting (Dalas, Texas: Business Publications, Inc., 1969) p.2.
- Robert N. Anthony & James S. Reece, Management Accounting (Homewood, Illinois: Richard D. Irwin, Inc., 5th ed., 1975), p. 417.

كما تختلف المحاسبة الادارية عن المحاسبة المالية فى الجوانب التالية :

أ — توجه بيانات المحاسبة الادارية لخدمة الأغراض الداخلية للمشروع حيث لاتكتفى الادارة بنفس أنواع البيانات التى تتطلبها الجهات الخارجية • فهى تقوم بتوجيه العمليات اليومية ، والتخطيط للمستقبل ، وتحتاج البيانات التى تساعد فى تحديد المشاكل واتخاذ القرارات • وقد تكون هذه البيانات غير مقبولة ولا قيمة لها لأصحاب الأسهم مثلا ، ويرجع ذلك للشكل الذى أعدت به البيانات أو استخدمت فيه •

ب — تركز المحاسبة الادارية على المستقبل لأن جزءاً كبيرا من نشاط الادارة واهتمامها ينصب على وظيفة التخطيط ، وبذلك تتجه احتياجات المعلومات الى المستقبل وقد تفيد ملخصات التكاليف عن الفترات الماضية والبيانات التاريخية فى عملية التخطيط ولكن الى مدى محدود ، اذ لايمكن للادارة أن ترى المستقبل على أنه انعكاس للماضى • فهناك تغيرات فى الظروف الاقتصادية ، ورغبات العملاء ، والأوضاع التنافسية ، وكل من هذه العوامل يتطلب أن يبنى اطار التخطيط الى حد كبير على بيانات تقديرية قد تعبر عنها أولا تعبر التجربة الماضية •

وعلى العكس فالمحاسبة المالية تسجل العمليات بعد أن تتم المبادلات ، ولاتهتم كثيرا فى مجال التقديرات والتنبؤات عن المستقبل •

جـ — تعد قوائم المحاسبة المالية فى ظل المبادئ المحاسبية المقبولة قبولا عاما ، ويرجع ذلك الى أنها تقدم لعناصر خارج التنظيم ويجب أن يتوفر لهم ضمان فى أن تعد المعلومات التى يتسلمونها وفقا لبعض القواعد الأساسية المألوفة • واذا تم مخالفة هذه القواعد فقد تكون هناك فرصة للغش أو سوء العرض مما يقضى على الثقة فى القوائم المالية •أما هدف المحاسبة الادارية فهو تقديم معلومات للادارة ،

ارجع فى هذا الجزء الى :

- Robert N.Anthony and James S. Reece, Management Accounting, (Homewood, Illinois: Richard D. Irwin, Inc., 1975), pp. 421-23.
- Ray H.Garrison,Managerial Accounting (Dalas, Texas:Business Publications,1979), pp. 13-16.

ولاتحكم الادارة بقواعد عامة فى المعلومات التى تتسلمها ، ولهـا أن تقـسيم بمفردها قواعد خاصة تنظم شكل ومحتوى المعلومات التى تتسلمها داخليـا ، وسـواء اتفقت هذه القواعد الخاصة مع المبادىء المحاسبية المقبولة أو لم تتفق فذلك غـير ذات موضوع • وبذلك تكون للادارة الحرية فى اعادة تشكيل البيانات حسب رغبتهـا ، لأن الهدف هو الحصول على معلومات تكون فى أفضل أشكالها نفعا •

د ـ تتحدد بيانات المحاسبة المالية بموضوعية كما تكون قابلة للتحقـق ، ولكن الادارة تهتم باستلام معلومات ملائمـة ومرنة ، ويعنى بالملائمـة أن تكون مناسبة للمشكلة التى يتم معالجتها وهذا ماتقدمه المحاسبة الادارية ، وكلما كانت المعلومات مناسـبة للمشكلة التى يراد حلها فان الادارة تنظر الى التحقق والموضوعية نظرة ثانويـة • وقد يكون لدى الادارة المعلومات التى تكون مرنة بدرجة كافية حتى يمكن أن تستخدم فـى أوضاع مختلفة لاتخاذ القرارات •

هـ ـ حينما تكون الحاجة ملحة الى المعلومات فان السرعة تكون أهم من الدقة، وكلما زادت سرعة احضار المعلومات لدى الادارة تزيد سرعة حل المشاكل ، ولذا نجـد أن الادارة قد تكون راغبة فى التخلى عن بعض الدقة للمعلومات المتاحة حـالا • واذا كان يجب اتخاذ قرار ما فان الانتظار أسبوعا للحصول على معلومات تزيد فـى دقتهـا قليلا قد يكون أمرا غير مرغوب ، ومن الأفضل العمل على أساس المعلومات الحاضرة • وعلى هذا فقد تكون التقديرات والتقريبات فى المحاسبة الادارية أكثر فائدة من الأرقام الدقيقة لأقرب قرش • وتهتم المحاسبة الادارية بالبيانات والمعلومات غير المالية • وعلى سبيل المثال فمن المهم معرفة الانطباعات عن المنتج الجديد ، والالمام بالمعلومات حول ظروف الطقس المتوقعة ، وتلك معلومات طبيعتها غير ماليـة •

و ـ بينما تهتم المحاسبة المالية بالتقرير المالى عن أنشطة المنشأة ككل لأنهـا تهتم بالوحدة المحاسبية للمشروع، نجد أن المحاسبة الادارية تركـز علـى الأقسام وخطوط الانتاج عندما تنظر الى تخطيط ورقابة العمليات التشغيلية ، وتتجه أيضا الى الاهتمام بالبرامج والمشروعات التى تمتـد لعدة فترات متتاليـة ، وتهتم بايراداتهـا وتكاليفهـا •

ز ـ تمتد اهتمامات المحاسبة الادارية خلف النظام المحاسبى التقليـدى ،

وتنهل من مصادر أخرى متضمنة الاقتصاد والتمويل والاحصاء وبحوث العمليات والسلوك التنظيمي . وتعطى هذه المصادر الخارجية مدرات بعلمية وامكانيات تصميم يوجه بحسب المنافع .

- هناك عنصر اجباري في المحاسبة المالية ، ذلك أنها يجب أن تتم خلال سجلات تحفظ لكي تكون المعلومات الجوهرية متاحة للاستخدامات الخارجية . ويتم تعيين السجلات التي يجب حفظها . ونجد أن المحاسبة الادارية اختيارية بدرجة كاملة . أما السؤال الهام الذي يطرح فهو : هل المعلومات مفيدة ؟ أكثر من السؤال ، هل المعلومات مطلوبة ؟

٢ - مفهوم المعلومات وأهم خصائصها العامة :

٢-١. مفهوم المعلومات :

تمثل المعلومات حقائق ، أو مدلولات ، أو ملاحظات ، أو ادراكات أو أي شيء آخر يضيف الى المعرفة . وعندما نأخذ في الاعتبار رقما مجردا مثل ١٠٠٠ مثلا فانه لا يمثل معلومة ، فهو لا يعني شيئا لأي انسان ، ولكن المقولة بأن ١٠٠٠ طالب ينتظمون في الفرقة الرابعة بكلية تجارة الاسكندرية فهذه تمثل معلومة .

وقد تكون المعلومات كمية أو غير كمية ، فالانفعالات نتيجة الاحاسيس والمشاعر السمعية والبصرية وغيرها مما تحدثه المناقشات أو البرامج التليفزيونية أو قصص المجلات تعتبر أمثلة للمعلومات غير الكمية . ويوجد الكثير من أشكال المعلومات الكمية التي يتم تداولها خلال أنظمة المعلومات المختلفة سواء كانت أنظمة معلومات ادارية أو محاسبية .

ويجب أن نفرق بين البيانات والمعلومات ، وهذه التفرقة واضحة وهامة ، فالبيانات هي الحقائق والأرقام التي لم تستخدم في عملية القرار وغالبا ما تأخذ شكل السجلات التاريخية التي سجلت بدون قصد ارجاعها لاتخاذ القرارات . مثال ذلك بيانات أحد المستندات أو اليوميات التي تتضمن مصادر البيانات لاعداد قوائم الأرباح والخسائر وغالبا ما يهتم بهذه المصادر المراجع الخارجي فقط .

أما المعلومات فتتكون من البيانات التي تم استرجاعها وتشغيلها لاغراض أو استدلاليه ، أو رأي ، أو كأساس للتنبؤ أو اتخاذ القرارات والمثال على ذلك أي من المصادر التي سبق ذكرها عندما تستخدم بواسطة المراجع الداخلي أو قسم المراجعة الاداريه لمراجع خارجي ، أو بواسطة الاداره لغرض تخطيط ورقابة الارباح او للاغراض الاخرى لاتخاذ القرارات .

٢ـ٢ . الخصائص العامة للمعلومات :

تختلف الخصائص اللازم توافرها فى المعلومات باختلاف الغرض الذى توجه لخدمته غير أنها تشترك فى خصائص عامة نتناولها فيما يلى :

٢ـ٢ـ١ خاصية الوقتية :

لكى تحقق المعلومات الفائدة من استخدامها فيجب أن تكون متاحة فى الوقت الملائم للاستخدام . واذا استخدمت المعلومات لأغراض تقييم الأداء فيجب أن تعكس الحقائق كما هى الآن . وحيث يعتبر التقييم نشاطا لاحقا على الحدث الذى يتم تقييمه، فانه كلما طال التأخير فى استلام المعلومات تأخر اتخاذ القرارات . ويختلف تطبيق خاصية الوقتية باختلاف الحاجة الى المعلومات ، فنجد مثلا أن مدير التسويق يحتاج لمعلومات عن مستوى المخزون اليوم كأساس لتقييم أداء برنامج معين وليس المعلومات عما كان عليه الحال منذ ثلاثة أسابيع مضت . ويحتاج المدير المالى المعلومات الحاضرة حول قدرة المنشأة اليوم على مقابلة التزاماتها المستحقة وهى ليست تلك المعلومات التى مضى عليها ثلاثة أشهر أو ثلاثة أيام . ويمكن أن ندرك مدى تأثر قيمة المعلومات المعينة بمرور الزمن اذا ما حاولنا تقدير منفعة اعلان ببرامج التليفزيون عن أسبوع معين ، فلا شك أن الفائدة ستكون أكبر عند اعلانه قبل ذلك الأسبوع بيوم واحد عن تلك التى تتحقق عند اعلانه بعد مضى يوم من الأسبوع . ويمكن أن يدرك القارئ بسهولة أن المعلومات التقريبية المتاحة عند الحاجة الفورية اليها تكون مرغوبة بدرجة أكثر لاتخاذ القرار عن تلك المعلومات الدقيقة جدا ولكنها تتاح بعد الحاجة اليها .

٢ـ٢ـ٢ . خاصية المغزى :

لكى تكون المعلومات ذات مغزى فانها يجب أن تقابل معيارين ، أولهما أنها يجب أن تكون موجهة الى من يحتاج اليها وأن تكون مرتبطة بالموضوع الذى تقرر عنه ، وثانيهما أنها يجب أن لا تهمل أيا من العناصر الجوهرية . ولمقابلة المعيار الاول يجب أن تقدم المعلومات أساسا للعمل ، واذا لم تكن كذلك فانها تكون اعلامية فقط وليست هى المعلومات التى تحتاجها الادارة لمقابلة مسئولياتها .

ولشرح هذه النقطة افترض أن مجموعة من طلبة شعبة معينة يحتاجون الى معلومات عن آدائهم الفردى ، وآدائهم بالنسبة لزملائهم فى نفس الشعبة ، حيث تستخدم هذه المعلومات كأساس للعمل . وعلى سبيل المثال تؤدى زيادة وقت الدراسة الى ارتفاع مستوى تحصيلهم ، كما أن زيادة المساهمة فى قاعات البحث يزيد من درجة تفهمهم خلالها . ومن ناحية أخرى نجد أن المعلومات عن أداء طالب معين من طلبة شعبة المحاسبة بالنسبة لطلبة شعبة الادارة لا يقدم أساسا للعمل لهذا الطالب . وبذلك

تعتبر المعلومات مشكوكا فى فائدتها بدرجة عالية مالم تكن صالحة كأساس للعمل. ويتطلب المعيار الثانى أن تتناول المعلومات جميع العناصر الرئيسية للعملية أو النشاط المعين، وهذا يتطلب المعلومات حول العوامل الضرورية للنجاح . وعلى سبيل المثال فان مدير الانتاج يحتاج المعلومات المرتبطة بكمية المنتجات التامة وعدد الوحدات الناقصة والمعيبة حتى يمكنه تقييم التقدم فى المجالات التى تعتبر رئيسية لنجاح وظيفته ، أما حاجة هذا المدير الى معلومات حول نقص الأدوات الكتابية فى قسمه فهى قليلة لأن تقييم هذا العامل ليس ضروريا لنجاحه . وبالمثل لايحتاج المدير المالى لمعلومات عن تدفق العملات الصغيرة، لكنه يحتاج الى معلومات حول تدفق النقدية للمنشأة لمقابلة المدفوعات الدورية

٢-٢-٣. خاصية الشكل :

تعبر خاصية الشكل عن الطريقة المستخدمة فى عرض المعلومات وتقريرها . فيجب أن تكون المعلومات فى شكل يمكن القائمين على استخدامها من الفهم الصحيح لمضمونها ونظرا لاختلاف قدرات الأفراد على التحليل طبقا للخلفية العلمية والعملية ، فيجب أن يقاس مدى فهمها وقدرتها على التعبير من وجهة نظر أولئك القائمين على اتخاذ القرارات التى تعتمد عليها . واذا ما استخدم التحليل الرياضى والاحصائى فيجب عرض النتائج فى صورة واضحة بعيدا عن التعقيدات التى قد لا يتفهمها الا المتخصصون ، ومن ناحية أخرى تختلف أنواع ومحتويات تقارير المعلومات باختلاف الغرض المعدة من أجله . ولا شك أن كفاءة الادارة فى أداء وظائفها تتوقف على مدى فهمها للحقائق المتعلقة ببيئة المنشأة ، وتعرض هذه الحقائق من خلال أشكال مختلفة للمعلومات . ولهذا فانه من الأهمية بمكان أن تكون المعلومات قابلة للتفسير والافادة منها بواسطة المشاركين المختلفين فى أنشطة المنشأة يتحقق ذلك بوضعها فى الشكل الملائم الذى يمكن هؤلاء المشاركين من فهمها ويحفزهم على استخدامها بالصورة الصحيحة .

٣ - نظام المعلومات الادارية :

يتضمن نظام المعلومات الادارية كل المعلومات المتاحة للادارة من مختلف المصادر سواء داخلية أو خارجية ، رسمية أو غير رسمية ، وتبرز المعلومات غير الرسمية من الاتصالات العديدة بين المنفذين والاداريين . وتشتمل على المعلومات والمعرفة التى اكتسبت خلال سنوات عديدة من التجربة . وهذه تشكل الخلفية الأساسية لما يسمى القرارات الخلاقة فى مجال الأعمال . وتتضمن المعلومات كل أنواع التقارير التشغيلية والمحاسبية ،

تلك التى أعدت سابقا من سجلات التشغيل والسجلات المحاسبية ، وبنفس الدرجة التقارير التحليلية التى تحاول أن تحلل المعلومات المتاحة لتركز على المشكلة تحت الفحص • وبجانب ذلك ، فانها تنطوى على استخدام الأساليب المحاسبية التى تساعد فى تحديد وتقييم البدائل المختلفة • وتسمح أنظمة المعلومات الحديثة باستخدام الحاسبات الالكترونية ، والتى أدى استخدامها الى اضافة أبعاد جديدة من السرعة وامكانيات التحليل لأنظمة المعلومات ، وقد ترتب على ذلك تحسين اجراءات التقارير وجعلها أكثر استجابة لاحتياجات مستخدميها ، ومن ناحية أخرى وسعت الافاق والمدارك لامكانيات الحصول على مزيد من التحليلات وذلك أمام تحديات حاجة الادارة لمزيد من التنبؤ بالمستقبل واحتمالاته • ويقوم نظام المعلومات الادارية غير الرسمية نتيجة اتصالات الأفراد الاداريين ، والتى قد تحدث خلال أوقات عشوائية وفى ظل ظروف مختلفة • مثل هذه الاتصالات ليست قاصرة على اللقاءات فى مجال الأعمال ولكنها قد تحدث فى نوادى أو أى لقاءات اجتماعية أو أحداث أخرى أو بيئات تعليمية • ويرجع وجود هذا النظام لأن الناس بطبيعتهم يتجهون للاتصالات - Communications Oriented ، وقد يمتعهم مناقشة أعمالهم ومشاكلهم المهنية • ويتوقع أن يكون الادارى يقظا ، وبنفس الدرجة واسع الاطلاع ، ويمتلك قدرة خلاقة لايصال المعلومات الى معاونيه وجذب انتباههم لها ، انه نظام معلومات قابل للاستخدام بسهولة ، لأنه يركز على أن المعلومات بمفردها لا يجب أن تكون الأساس للعمل ، فيجب أن تدعم المعلومات بالمعرفة ، والخبرة ، ومقدرة الحكم ، وقدرة تفسير الفرد الذى يتخذ قرارا أو ينفذ عملا •

وبالرغم من التطورات العديدة فى أنظمة المعلومات الادارية سواء فى توصيل أو تفسير أو استخدام البيانات ، فلا زالت هناك تحديات عديدة ومشاكل ، وعلى الادارة أن لاتكتفى بالمعلومات التى تتاح لها من داخل التنظيم ، ومن ناحية أخرى عليها أن تستمر فى التحليل طالما أن ذلك يفتح آفاقا للالمام بمتغيرات جديدة تؤثر على قراراتها • وعلى سبيل المثال ، فمن المشاكل المرتبطة بمعرفة الظروف الخارجية نجد: التعرف على استراتيجيات المنافسين وأعمالهم حيث يؤثر عدم التأكد فى المعلومات عن المنافسين على استخدام الادارة للمعلومات المعدة داخليا • وقد لا يقتصر الأمر على التنبؤ بردود أفعال المنافسين والتغيرات فى الظروف البيئية المختلفة التى تعمل خلالها المنشأة ، ولكن التأخير فى الحصول على هذه المعلومات يقلل من أهميتها • وقد تكون المعلومات

الخارجية عن مكانة الشركة فى السوق غامضة وغير كاملة لدى الادارة · ومثال آخر فى التعرف على العلاقات بين الأسباب والنتائج ،حيث يشرح تقرير ما وضعا تشغيليا ملائما أو غير ملائم غير أن معلوماته غير دقيقة بدرجة كافية لتوزيع المسئولية بين الأسباب المحتملة الكثيرة : مثل عدم كفاية الاشراف ، أو انخفاض الحوافز ، أو اختيار غير سليم للأفراد ، وغيرها من الأوضاع الكثيرة المتداخلة فى علاقاتها ، والتى تساهم بدرجات مختلفة ، منفصلة أو مع غيرها من العوامل فى خلق هذا الوضع ·

ولا يقف الأمر عند حد الحصول على المعلومات اللازمة ، فلا زالت بعض الأسئلة تنتظر اجابة ، وعلى سبيل المثال كيف سيقوم متخذ القرار بتفسير المعلومات التى حصل عليها ؟ حيث يتوقف ذلك على قدرته على ادراك محتواها وحياده فى نظرته اليها ثم العامه بالأساليب التى تساعده على تحليلها · وعندما تصل المعلومات الى متخذ القرار فلا زال هناك احتمال لعدم استخدامها بدرجة صحيحة ويتم التساؤل ماهى درجة التأكد فى صحة استخدام المعلومات ؟ وعندما يتم اتخاذ قرار معين فهل هذا هو الاختيار الأفضل من بين البدائل أم لا ؟ وعادة مايتضح كل ذلك بعد مضى فترة من الزمن حيث تظهر مخرجات القرارات ونتائجها ، ويمكن اجراء التقييم اللاحق على ضوء الانجازات الفعلية التى تمت ·

وبالرغم من الاعتراف بالصعوبات السابقة الا أن نظام المعلومات الادارية يزكى أهمية اعداد متطلبات المعلومات ، حيث يركز على التعبير عن الخطط والبرامج باصطلاحات سهلة الفهم والتوصيل للمسئولين مما يساعدهم على قياس وتقييم النتائج · ولا شك أن هذه الاصطلاحات تساهم فى فهم الغرض من التخطيط وتؤدى للتركيز على الانجازات باعتبارها النتائج الضرورية لأى نظام معلومات ·(١)

ومن الجدير بالذكر أن نظام المعلومات الادارية يجب أن يقدم المعلومات والبيانات حول الخطط الحالية ومدى فاعلية الجهود المبذولة لتحقيق الأهداف وكفاءة استخدام الموارد المتاحة ، وينتظر أن يغطى جميع الاحتياجات الداخلية والخارجية · ومع أنه ينتظر أن يكون تدفق المعلومات كاملا حول وظائف المنشأة فان نظام المعلومات يصمم بمراعاة زيادة منافع المعلومات عن تكلفة اعداد البيانات اللازمة لها ·

(١) إرجع الى الفصل الأول فى: Francis L. Dyckeman, Financial Reporting Systems and Techniques, (Englewood Cliffs, N.J.: , 1969).

٤ ـ التخطيط والمعلومات :(١)

ينطوى التخطيط على التحديد المقدم لما يجب انجازه ، متضمنا تعيين الذى سيقوم بالانجاز والزمن المحدد والأسلوب المتبع . وهو يصل الفجوة بين ماهو كائن وما نرغب فى الوصول اليه ، ونظرا لارتباطه بالمستقبل فان أهميته تزداد نتيجة تغير ظروف السوق وبيئة الأعمال ، والمعدل السريع للتطور التكنولوجى ، وتعقد العملية الادارية بسمو أحجام التنظيمات وتنوعها ، وطول الفترات الزمنية المستقبلة التى تغطيها التنبؤات وتعد لها فى الحاضر قرارات تجميع وتخصيص الموارد . وتعين الخطة الاستراتيجية الأهداف للمستقبل البعيد الطرق التفصيلة لتحقيق هذه الأهداف ، ويجب أن ترتبط بالظروف البيئية الخارجية، وتضع الأهداف بعيدة المدى القيود على الأهداف المتوسطة والقصيرة الأجل ، أما خطة نمو المنشأة فتركز على النمو الداخلى والخارجى . وتعتبر خطة التشغيل "سنوية" والتى تصل وبتفصيل أكثر الخطط الوظيفية بخطط البرامج . ويعتمد التخطيط بدرجة كبيرة على المعلومات الرئيسية المتاحة والمعدة للاستخدام . ولا يمكن أن نتصور امكانية اعداد معظم أنواع الخطط بدون جمع المعلومات الضرورية والكافية لتقييم البدائل المختلفة لانجاز الخطط . ويمكن تبويب احتياجات التخطيط من المعلومات لتشمل المعلومات عن الظروف البيئية أو التنافسية أو الداخلية . ونعرض لكل منها فيما يلى:

٤ ـ ١ ـ المعلومات عن الظروف البيئية :

تحدد كل منشأة المعلومات المعينة حول البيئة والتى تكون هامة بالنسبة لها ، وبالاضافة لذلك فانه يفضل اعداد نظام لتفحص البيئة أو محاولة التعرف على الفرص والتهديدات المستقبلة ، ومن الأنواع العامة للمعلومات البيئية :

أ ـ الاعتبارات السياسية والحكومية : يكون من الأهمية تجميع بعض المعلومات عن الاستقرار السياسى فى ظل المستويات الحكومية المختلفة لأجل التخطيط ، بالاضافة لذلك فان طبيعة ومدى الرقابة الحكومية وأثرها على التنظيم يجب أن تؤخذ فى الحسبان .

---

(١) Robert G. Murdick and Others, Accounting Information Systems, (Englewood Cliffs, N.J.: Prentice-Hall Inc., 1978), pp. 41-44.

أيضا يجب التعرف على الدور الذى تلعبه السياسات الحكومية المالية والضرائبية ، والتى يكون لها أثر جوهرى على كثير من قرارات التخطيط •

ب ـ الاتجاهات الاجتماعية والديموجرافيـة : تتأثر المنتجات والخدمات أو المخرجات لمعظم الشركات والتنظيمات بحجم وتكوين وتوطن السكان • وتكون الاتجاهات الاجتماعية والسلوك الشرائى للمستهلكين هامة ، أيضا فانه من الضرورى أن نتنبأ بالاتجاهات طويلة الأجل وقصيرة الأجل فى هذا المجال الرئيسى •

جـ ـ الاتجاهات الاقتصادية : ويمكن أن تتضمن العناصر والاتجاهات التالية :

١ ـ مستوى الناتج القومى ومتوسط الدخل القابل للانفاق والذين يكونان هامين لكل التنظيمات •

٢ ـ العمالة ، الانتاجية ، الاستثمارات الرأسمالية والمؤشرات الاقتصادية العديدة الأخرى التى تقدم معلومات تخطيطية لهذه الشركات التى تقدر مخرجاتها استرشادا بهذه المتغيرات الهامة •

٣ ـ مستويات الأسعار والأجور ، وتكون آثارها حيوية لمعظم التنظيمات بصرف النظر عن السلعة والخدمة •

د ـ البيئة التقنية : نظرا للتغيرات التكنولوجية السريعة وأثرها على المنتجات والعمليات الجديدة ، يصبح من الضرورى أو المرغوب فيه لكثير من المنشآت أن تتنبأ بالتغيرات التكنولوجية فى أثرها المحتمل على الصناعة وعلى المنشأة •

هـ ـ عوامل الانتاج : وهذه تتضمن مصدر ، تكلفة ، توطن ، والمتاح من عوامل الانتاج المختلفة ، ومن أهم العوامل العمل ، والمواد (أو الأجزاء) ورأس المال •

٩ـ٢ـ المعلومات عن الأوضاع التنافسية :

يجب أن يقدم نظام المعلومات الادارى مدخلا رسميا للحصول على المعلومات عن الصناعة ككل وعلى الأخص عن أخطر المنافسين • وحيث تكون المنشأة مرتبطة بدرجة كبيرة بالصناعة التى تخدمها فانها يجب أن تتصور هيكل الصناعة والاتجاهات التى سوف تؤثر على الهيكل الكلى لها • كما يجب اعداد التنبؤات وتقدير اتجاه مبيعات الصناعة والسبب أن مبيعات الشركة غالبا تتقلب مع تقلب مبيعات الصناعة • وأخيرا يجب تقدير

احتمالات السوق الكلى للصناعة . ومن المفيد جمع المعلومات الأخرى عن الصناعة مثل قيمة المخرجات / والموارد / الربحية / التسعير / أساليب الترويج ، التكتيكات الجديدة والمنتجات الجديدة والقنوات الجديدة للتوزيع .

وعندما يوجد عدد صغير نسبيا من المنشآت فى الصناعة أو عدد قليل سائد ، فانه يجب جمع المعلومات التفصيلية عن هذه المنشآت باستمرار وتشمل الأداء الماضى / العائد على الاستثمار / النصيب فى السوق / طاقة خطوط الانتاج . وتساعد هذه المعلومات فى التعرف على التهديدات التى تفرضها المنافسة ، ومثل هذه المعلومات تقدم أيضا معايير لقياس أداء المنشأة .

٤ - ٣ . المعلومات عن الظروف الداخلية :

نظرا لأن المعلومات الداخلية تؤثر على القرارات التخطيطية فى أبعاد كثيرة فى التنظيم فانها تكون الى حد ما أكثر أهمية من المعلومات الخارجية ، ومع أن المعلومات حول بيئة الأعمال والمنافسة تكون هامة جدا ، فان عددا قليلا من المديرين هو الذى يستخدم هذه المعلومات فى المنشأة ، وينحصر فى الادارة العليا ومديرى التسويق . أما البيانات والمعلومات الداخلية فانها تكون مرتبطة بالتخطيط الكلى وتساعد فى التعرف على قوة أو ضعف المنظمة ، ويمكن أن يندرج تحتها العناصر التالية :

أ - تنبؤات المبيعات : ربما يكون هذا أعظم التقديرات أهمية فى المنظمة ، نظرا لأن التخفيض الكلى للموارد هو نتيجة لخطة المبيعات . فهى تضع اطارا تبنى عليه كل الخطط الداخلية ، ولذلك ينظر اليها كمقدمة للتخطيط الداخلى الشامل فى المنشأة .

ب - الخطة المالية : التى تسمى الموازنة المالية التقديرية ، وهى تلى التنبؤ بالمبيعات فى الأهمية ، وفى حالات كثيرة تنطوى الخطة المالية على التنبؤ بالمبيعات لأنها تعبر عن التزام كمى وزمنى بتوزيع الموارد الكلية للمنشأة (القوى البشرية / المصنع/ التجهيزات الآلية / رأس المال والموارد / المصروفات الاضافية والمصروفات الادارية العامة) . واذا ما أعدت الخطة المالية بطريقة صحيحة فانها تتضمن التنظيم الكلى ، وعندما تكتمل تقدم معلومات تخطيط تساعد فى اعداد عدد من الخطط الفرعية خلال الشركة ، وهى بمثابة نظام من التنبؤات تصل كل أنشطة الشركة معا .

جـ — موارد الانتاج : وتشمل العمل ورأس المال والالات والمعدات وكل الموارد اللازمه • والتى تكون معلوماتها حيويه ، او أنها تفرضُ قيودا وحدودا يتم خلالها التخطيط • ويجب ان تأخذ هذه الموارد فى الحسبان عند اعداد الخطط الماليه والخطط المساعده حتى تحقيق الاهداف •

د — يجب الالمام بالسياسات الثابته عن المنتج والافراد او الموارد الانتاجيه الاخرى ، لان هذه السياسات قد يفرض قيودا معينه يجب مراعتها عند وضع الخطط

٥— __الرقابه والمعلومات :__

تهدف الرقابه الى تحديد النتائج المرغوبه للخطط والعمليات ، وتعتبر العمليه الرقابيه ضروريه لاى نشاط فى التنظيم ، وهى تتكون من ثلاثه عناصر :

— وضع معايير للاداء •
— قياس الاداء الفعلى وفقا لهذه المعايير
— تصحيح الانحرافات عن المعايير والخطط •

ومن الناحيه التقليديه ركزت الرقابه على الفترة قصيره الاجل دون الاهتمام بقياس التقدم اتجاه الاهداف الكليه للمنشأه ، كما أنها انصبت على قياس اداء المساعد يدون الاهتمام بتحسين العمليات وفرضت طبيعه تقارير الانحرافات فجوه زمنيه بين حدوث الانحراف والعمل التصحيحى • ولكى يتم التغلب على هذه الاعترضات وتحقيق متكامل اكبر فى التنظيم فانه يقترح ان يقدم نظام الرقابه على العناصر التاليه : (١)

١— تكامل التخطيط مع الرقابه ويتحقق ذلك بتكامل التخطيط والرقابه عن طريق المعلومات أى ان كل مستوى من الخطط يقدم معايير الاداء للمستوى الاقل التالى من العمليات

٢— ارتباط نظام الرقابه بهيكل التنظيم : لقد بنى نظام المعلومات دائما حول خريطه ماليه من الحسابات وليس حول مراكز القرارات وفوق ذلك فان التنظيم لم تتحقق وحدته لان اجزاءه (الوظائف او عناصر التنظيم) لم ترتبط أو تنسب الى مجموعه الاهداف الكليه الموحده ، او الى الاجزاء الاخرى •

٣— تصميم النظام لاتخاذ القرارات ' وليس على اساس التقرير بعد الوقائع ، ولذلك يجب ان تتحدد احتياجات المعلومات لاتخاذ القرارات •

٤ـ المعلومات الوقتية ضرورية : نظام الرقابة المثالى هو ذلك الذى يقدم المعلومات فى وقت كاف يسمح بتصحيح انحراف قبل ان يحدث ٠

وتقوم كثير من أنظمة الرقابة على استرجاع المعلومات الى الخلف Feedback مما يساعد فى تحديد الانحرافات عن الاداء المرغوب ٠ وأحيانا يتم اكتشاف هذه الانحرافات بعد اتمام الانجازات الفعليه ، ويحدث ذلك عندما تعتمد انظمه الرقابه على البيانات التاريخيه ، ومن ناحيه آخرى قد يعتمد نظام الرقابه على استرجاع المعلومات الى الامام Feedforward [1] ، وفى هذه الحاله يتم التنبؤ بالتغييرات فى المدخلات وآثارها على المخرجات ، حيث تعدل المدخلات ليصل النظام الى التوازن مع الاهداف المرغوبة قبل ان يتم قياس المخرجات وتحديد الانحرافات الفعلية.

وعلى سبيل المثال ، اذا كانت تتم رقابة المخزن عن طريق استرجاع المعلومات الى الخلف ، وأظهرت احدى المقارنات الدوريه زيادة مخزون السلع الجاهزه عن المعيار المحدد ، فقد تعدل جداول الانتاج لتحقيق المخرجات وتنخفض معدلات زياده المخزن عن المعيار المحدد دون امكان التخلص من الزيادة الفعليه ، ومعنى ذلك ان نتحمل تكلفة زيادة مستوى المخزون حتى مع استخدام الاجراء التصحيحى ٠ اما اذا استخدم نظام الرقابة باسترجاع المعلومات الى الأمام فإنه يجب التعرف على العوامل المختلفة التى تؤثر على مستوى المخزون،وتحديدها قبل ان تظهر اثارها على المخزون . فاذا بدأ معدل المبيعات فى الانخفاض فانه يمكن تغذية هذه المعلومات للامام، ويخفض معدل الانتاج قبل ان تزيد مستويات المخزون ٠ وقد يكون التعرف على انخفاض معدل المبيعات حافزا للبحث عن بدائل آخرى غير تخفيض الانتاج ، فيمكن مثلا تخفيض السعر ، أو زيادة المبيعات ليتوقف معدل الزيادة فى حجم المخزون عن المعيار الموضوع ٠
ويمكن القول ان الرقابة باسترجاع المعلومات الى الأمام تصل الفجوة بين التخطيط وبين الرقابة باسترجاع المعلومات الى الخلف لتحقيق التكامل بين العناصر الثلاثة دون ان تكون بديلا لاى منهما ٠

---

(١) لمزيد من الاطلاع إرجع الى المقال التالى :
Stephen R. Michel, "Feedforward versus Feedback Controls in Planning, Managerial Phanning, (November/December, 1980) pp. 34-38.

وتتضح صورة التكامل بين هذه العناصر عندما ننظر الى التخطيط باعتباره استرجاعا للبيانات والمعلومات للمستقبل ، والى الرقابه باعتبارها استرجاعا للمعلومات الى الامام والى الخلف، وبذلك تتم الرقابة على الاداء الفعلى باكتشاف الانحرافات وعلى الاداء الحاضر بترشيده • ويؤدى استخدام هذا المفهوم الرقابى الجديد الى توجيه النظر للاحداث المتوقعة ومعرفة البدائل الممكنة للتعامل معها قبل ان تظهر نتائجها وتؤدى لاثارها •

وهكذا يتضح لنا دور المعلومات فى التخطيط والرقابة ، وزيادة الحاجة الى البيانات والمعلومات نتيجة الظروف البيئية المختلفة وأخيرا اتجاه الاهتمام الى ما يرتبط منها بالمستقبل •

٦ـ نظام المعلومات المحاسبى :

يعتبر نظام المعلومات المحاسبى احد الانظمة الفرعية لنظام المعلومات الادارى وله كل خصائصه • ويعتبر دور المحاسبه بارزا حيث تعتبر الوظيفه المحاسبيه من اهم أنظمة المعلومات فى المشروع • وقبل اختراع الحاسب الالكترونى فقد كان ينظر للمحاسبـــه باعتبارها نظام المعلومات للمشروع، كما انها حاليا تعتبر اكبر الانظمة الفرعية للمعلومات والاكثر شمولا فى معظم الحالات • ومع تعدد وتنوع المتخصصين او المهنين المرتبطـين بالنظم الحديثه للمعلومات ، فاننا نلاحظ بدرجة واضحة تأثر المحاسبين بالترتيبـــات والتطورات التى تبرز فى مجال نظم المعلومات • ولا ريب فى ان المعلومات هى لب مهنـه المحاسبه كما تمثل المحاسبة تطبيقا لنظرية المعلومات فى حل المشاكل المرتبطة بالكفاءة الاقتصادية والاجتماعية لانشطة المجتمع •

وتلعب مخرجات المعلومات المرغوب الحصول عليها من النظام المحاسبى الــــدور الرئيسى فى اختيار وتنظيم نظم المعلومات ، ولا شك أن نظام المعلومات المحاسبى لا ينتـج المخرجات الكافية لاتخاذ القرارات فى ظل الظروف العصرية بمجرد الاعتماد على تقاريـر المحاسبة المالية • وعلى سبيل المثال، يجب أن لا يقتصر تحليل المبيعات على قيمتهـا ، وانما يمتد ليتضمن كمياتها وتوزيعها جغرافيا وعلى اساس المنتجات والوكلاء وغـير ذلـك، وأن يستمر التحليل التفصيلى للتكاليف لاكثر من أساس المنتجات والأقسام ، فتتنـــاول المعلومات المحاسبية والمقرر عنها " محاسبه النشاط " أو " محاسبة المسئولية " حتى يمكـن ان نتبين ما اذا كان الاداء الفعلى أقل من المستوى المخطط؟ أم أن هناك حاجـــة لاعـادة التخطيط ؟

ويجب ان توضح البيانات والمعلومات الحقائق المطلوبه لتحديد مشكله معينه ، وان تساعد فى اتخاذ القرارات دون الحاجه الى اجراء الدراسات الخاصه فى كل مره • ولكى تفـــى المعلومات المحاسبيه بهذه الاغراض فانها يجب ان تكون دقيقة من حيث ارتباطها بالماضى ، وان تكون متوافقة من حيث ارتباطها بالحاضر، وان تكون ملائمة من حيث ارتبـــاطهـــا بالمستقبل وفى هذه الحاله فإنها تنطوى على تنبؤات وتبريرات مختلفة • كذلك يجـب ان تكون المعلومات والبيانات متاحة لعناصر المنظمة التى تهتم او تتأثر بها فقد يســاعــد ذلك على الاعلان عن المشاكل الكثيرة والاهتمام بها •

٦ـ١ـ دور المحاسبة المالية :

تهتم المحاسبه الماليه بدرجة اكثر بالقرارات التى تتخذ خارج المنشأة حيث يتم التركيز على تدفق الموارد بين المنشآت ، وتكون احتياجات البيانات أكثر عمومية عما يعد للقرارات داخل المنشأة • وتوجه المحاسبة المالية الى المشاكل المرتبطة بتوفير وتوزيع الموارد خلال اسواق رأس المال • ويتطلب هذا الاستخدام ان تكون بيانات المحاسبه مقيده لهؤلاء الذين يكونون خارج المنشأه • وتستخدم بيانات المحاسبة المالية بواسطه افراد بعدين عن مصادرها وعن النظام المحاسبى حيث تجميع وتشغيل وتقرير المعلومات • لذلك فان البيانات المنشوره فى التقارير المحاسبيه يجب ان تكون قابلة التوصيل الى من خارج المنشأة • وهؤلاء هم حمله الاسهم والسندات ، والبنوك ، والدائنون ، واتحادات العمال ، كالوكالات الحكومية وأى غيرهم ممن يهتمون بعمليات المنشأه، ويتم التركيز فى المحاسبه الماليه على تجميع البيانات وتبوبها وتلخيصها والتقرير عنها اكثر من الاهتمام بالتحليل • وتخدم بيانات المحاسبة المالية غرضين محددين :

الاول :
كمصدر معلومات للمساهمين والدائنين الذين يتخذون قرارات الاستثمار او الاقراض• ويعتمد المستثمر على التقارير الماليه فى اختيار استثماراته ولذلك يهتم بقائمه المركز المالى ، قائمه الدخل ، قائمه الارباح المحجوزة ، قائمة التغيرات فى المركز المالى • وهذه القوائم توضح له دلائل على الاستقرار والضمان المالى للمنشأه ، وتوضح النتائج المحتملة للعمليات المستقبلة •

الثانى :
بالنسبة للمنشأة والمجتمع ككل ، تستخدم البيانات المالية للتأكد من أن المنشأه تعمل وفقا لتنظيمات المجتمع وقوانينه •

وحينما تتاح بيانات المحاسبة المالية للاستخدامات العامة السابق ذكرها ، فيجب أن يراعى مطلبين اساسيين :

أولهما ان الذين يستخدمون هذه البيانات فى انشطه اتخاذ القرارات الخاصة بهم لايقتربون من التفاصيل التى تكون الاساس لهذه التقارير الملخصة ، ولهذا السبب يجب أن يتوفر لهم تأكد بعرض الحقائق بموضوعية وصدق •

وثانيهما توجد حاجه الى التوحيد والتنميط لان بيانات المحاسبه الماليه تخدم اهتمامات كثيرة ومتنوعه ، وهذا قد خلق الحاجه الى اعداد اساس مألوف من المعرفه والاتصال .

وقد ادت المحاسبة المالية دورها فى التقرير عن النتائج المالية للعمليات الماضية للاداره والمساهمين والجهات الحكوميه والمجموعات الاخرى المرتبطه بها ، وطورت خلالها نظم وقواعد وأساليب للتسجيل والتبويب والتلخيص . وكان نتيجة ذلك أن عرضت المعلومات فى شكل تقارير مالية بهدف الوفاء بحاجة هامة وهى توصيل الحقائق الاقتصادية والمالية للمستخدم .

وبينما تستمر العمليه المحاسبية للتقرير عن النتائج المالية للمبادلات الماضية، تحول التركيز على الحاجه المتزايدة لدور المحاسبه فى اتخاذ القرارات وانشطة التخطيط والرقابة ، ولتحقيق ذلك فان تحولا فى الاتجاه نحو التحسين يتم باستمرار لتوصيل المعلومات المحاسبية التى تخدم الاغراض السابقة الى مستخدميها ، فليست المشكلة هى إنتاج معلومات وبيانات ولكن يجب ان تصل الى المستخدم والذى يستطيع تفهمها واستخدامها .

وهناك الكثير من الحدود على معلومات قوائم المحاسبة المالية ومن أهمها البعد التقييمى والبعد الزمنى . ومن ناحيه البعد التقييمى تكون تقارير المحاسبه الماليه محدودة بالمعلومات التى يمكن ان يعبر عنها نقديا ، فلا يوجد فى الحسابات مثلا مايعبر عن قدرة الافراد فى المنشأة ، او مدى فاعلية التنظيم ، أو أثر القوى الخارجية او المعلومات غير النقديه . وهذه العناصر تعتبر حيويه لتحقيق فهم كامل للاعمال .

ومن حيث البعد الزمنى نجد ان بعض ارقام المحاسبة المالية تتأثر باحداث المستقبل التى لا يمكن تصورها بدرجة كاملة ، وهذه الأرقام مجرد تقديرات .

وعلى سبيل المثال فان مصروفات الاهلاك عن الفتره الجاريه رغم قبول قيمتها بصدد تحديد الدخل الصافى للفترة الحالية إلا أنها تعتمد على المستوى الذى سوف يستخدم فيه الاصل فى المستقبل . كذلك فان القيمة الفعلية للمخزون سوف تتوقف على ما يمكن بيعه فى المستقبل . ومعنى هذا ان اثر الاحداث المستقبله المتوقعة لا تظهر فى القوائم المالية وان كانت تلك القوائم تذيل ببعض الملاحظات عن عناصر جوهرية . ولذلك لا يمكن الاعتماد

على بيانات ومعلومات المحاسبه الماليه لخدمه اغراض التخطيط والرقابه وقد وجد ان التخطيط يقوم على بيانات ومعلومات المستقبل ، وان الرقابة تركز على الحاضر مع نظرة للمستقبل ايضا ٠

ولقد ادت محاسبه التكاليف دورا هاما فى هذا المجال ، حيث تهدف محاسبة التكاليف لامداد بيانات تمكن من تحديد تكاليف المنتجات بغرض تقييم المخزون وتحديد الارباح ، وفى تطوراتها المستمره فانها تقدم بيانات لاغراض التخطيط والرقابة ٠
وتعتبر محاسبه التكاليف من الادوات الكمية التى تساعد الاداره فى تحقيق اهدافها ، كما انها من اهم مصادر المعلومات التى تخدم اتخاذ القرارات ٠

٦ ـ ٧ . دور معلومات المحاسبة الادارية في التخطيط والرقابة :

ليس من اهداف المحاسبه الاداريه أيجاد استراتيجيات ولكنها تقدم خدمتها في مجال تقييم آثار البدائل المختلفه على الاداء الاقتصادي والاجتماعي للمنشأت حيث يتم تحليل تكاليف ومنافع هذه البدائل ، وبجانب ذلك تلعب المحاسبة دورا رائدا في وضع خصائص معينة للاداء المالي وتقترح معدلات ماليه وتساهم في التنبؤ بالانتاج وتشكيله الموارد في المدى الطويل . كما يبرز الدور الجوهري للمحاسبة بدرجة اكبر في التخطيط قصير الاجل حيث تكون الاهداف قد حددت تماما ، وتحقق الميزانيات النقديه تكامل الخطه الكليه للمنشأه .

وتعد القوائم النقديه وقوائم التدفقات النقديه والماليه التي توضح صورة المستقبل القريب لنشاط المنشأه واثارها ، كما تقدم اساس البيانات اللازمه لدراسة علاقات التكاليف/الحجم /الارباح وتحليل التعادل وغيرها .

وتبدأ قرارات التشغيل داخل المنشأه حينما تخصص الموارد للمنشأه . وتهدف المحاسبه الاداريه الى تحقيق الاستخدام الامثل للموارد ، وبتحديد اكثر، فان تركيز المحاسبه الاداريه يكون معينا اكثر من كونه عاما . وتكون طلبات الاداره من البيانات محدده بصورة اكثر مما يتطلبه المستثمر، وحيث تكون نظرة المستثمر شامله للمنشأه ككل فان الاداره تهتم بالتخصيص بين المنتجات، الأصول، الاقسام ، ومراكز المسئولية الادارية.
ويلزم التعرف على طبيعه القرار المعين بصورة واضحه حتى يمكن تحديد البيانات والمعلومات اللازمه وتطبيق قواعد القرار .
ويجب ان نشير انه قد يكون من السهل نسبيا تحديد البيانات والمعلومات اللازمه لقرار معين ولا يعني ذلك ان تجميع المعلومات والبيانات عملية سهلة فقد تكون من الصعوبة بمكان لاسيما عند فصل البيانات الضرورية لقرار معين .
غير ان المحاسبه الاداريه لها الوسائل والاساليب والمرونه التي لاتتوفر للمحاسبة المالية ، وبصفة عامة تساعد المعلومات التي تقدمها المحاسبة الادارية فيما يلي :

١ ـ التخطيط بفاعلية وتركيز الانتباه على الانحرافات على الخطط :

يتم التعبير عن خطط الادارة رسميا بالموازنات التقديرية وهو الإصطلاح الذي يطبق

فى التخطيط الادارى عموما ، وهى تعبر عن الاهداف باصطلاحات كمية • ولكن التخطيط ليس كافيا ، فبعد ان تعد الموازنات التقديرية فان الاداره تحتاج الى تدفق المعلومات التى توضح كيفيه تنفيذ الخطط ، وتفى المعلومات المحاسبيه التى تتضمنها تقارير الاداء بهذه الحاجة ، كما انها تساعد الادارة فى التركيز على المشاكل فيمكن تقصى اسبابها واتخاذ العمل التصحيحى ، واذا ظهرت التقارير كفاءة الاداء فان وقت الاداره يكون متاحا لعمل آخر • وتعتبر هذه التقارير شكلا من تغذية المعلومات الى الخلف توجه الانتباه الى جوانب معينة من التنظيم •

٢- توجيه العمليات :

تحتاج الاداره للمعلومات المحاسبيه فى تسيير اعمال المشروع الروتينيه فيتم الاعتماد عليها فى مجال تسعير المنتجات ومراعاه علاقات السعر / التكلفه فى استراتجيات التسويق كما تعتمد الاداره فى مجال آخر على معلومات عن المبيعات ومستويات المخزون فى اعداد برامج الترويج والاعلان • ومن ناحيه اخرى نجد ان مدير المشتريات يعتمد على معلومات محاسبيه اخرى فى تقييم نشاط التخزين والمقاوله ويكون عمل المحاسب والمدير متشابك ومعقد ومتصل فى مجال قيادة جوانب النشاط اليومى فى المنشأه •

٣- دراسة حلول المشاكل :

تمثل المعلومات المحاسبيه نقطه البدايه فى تحليل الطرق البديله لحل المشكله ويرجع ذلك لان لكل من البدائل المختلفه للحل تكاليفه ومنافعه والتى يمكن قياسها واستخدامها كمدخلات فى تقرير اى البدائل افضل •

انها مسئولية المحاسبة •• تجميع بيانات التكاليف والمنافع وتوصيلها للاداره المسئوله فى شكل قابل للاستخدام • فاذا كان احد المنافسين يقوم باعراق السوق فان امام المنشأه - للمحافظه على نصيبها - ان تخفيض السعر أو تزيد من حملاتها الاعلانية او كليهما ، وفى تقرير اى البدائل الثلاثه افضل سوف يتم على الاعتماد على المعلومات المحاسبية عن المنافع والتكاليف لكل منها •

وعندما لاتكون المعلومات فى الشكل المطلوب ، وتقوم المحاسبة باعداد التحليلات

اللازمة متضمنة التنبؤ واجراء التقديرات حتى تكتمل البيانات المطلوبة :

ولا يقتصر اهتمام المحاسبه الاداريه على المعلومات الماليه فقد تتضمن تقاريرهـا معلومات غير ماليه بهدف مساعده القارئ فى فهم التقرير، ولا يوجد حد فاصل دقيق بين المعلومات الكميه المحاسبيه وغير المحاسبيه التى تظهرها تقارير المحاسبه الادارية لانها تهدف الى مساعده الاداره فى تفهم الحقائق حول الاوضاع التى تعد عنها التقارير ٠ ٠ ولاشك ان الاداره تريد اى شكل من المعلومات المفيده سواء كان محاسبيا او غير محاسبى كمى او غير كمى ، وعلى ذلك فالمكالمه التليفونيه من عميل غير راضى عن انتاج الشركه ويصدد ان يتحول الى مورد آخر تمثل معلومه هامه رغم أنها غير محاسبيه وحتى غير كمية، ولذا تجد ان الاهتمام المحاسبه الاداريه يتناول البيانات الكميه المحاسبيه وغير المحاسبية ومثل ذلك اهتمامها بالبيانات غير الكميه ٠

٦ – ٣ ٠ دور المحاسب الادارى :

تعتبر البيانات المحاسبيه ضروريه لاعداد الموازنات التقديريه وتقديم المعلومات اللازمة للتخطيط والرقابة ٠ ويمتلك المحاسب الادارى المهارات اللازمه للمشاركه فى تصميم نظام تجميع المعلومات ، وتصميم التقارير ذات الشكل والمضمون الاكثر ملاءمه لاحتياجات الادارة ٠ ويجب عليه أن يتعرف على استخدام المعلومات التى جمعت البيانات من أجلها ٠ ولا يستطيع المحاسب الادارى تصميم الأنظمة بفاعلية بدون معرفة نوع القرارات التى يوفر لها المعلومات ٠

وعندما يعمل بالقرب من الاداره فانه يلاحظ نشاط اتخاذ القرارات ويتأكد من انه ينتج المعلومات الملائمة ، ويكتسب المحاسبون الاداريون نتيجه لذلك معرفة كبيرة بكل الوظائف الاداريه فى المنشأة تقريبا ، فهم يعملون مباشره مع متخذى القرارات ، ومع ان المحاسب الادارى يقدم البيانات الملائمة للقرار المعين فان المدير متخذ القرار هو الذى يتحمل مسئولية اتخاذ القرار ونتائج عمله ٠ وعندما يقدم المحاسب الادارى المعلومات الكافية سواء كانت كميه او وصفيه فان الاداره تعتمد عليها فى تخطيط وتنظيم وتنسيق الانشطة المختلفة وبطريقة تمكن من تعديل الخطط حتى تتحقق الاهداف المطلوبة ٠

ويعتمد التوزيع الامثل للموارد بالضروره على دقه وكفاية المعلومات ، وعندما تكون المعلومات

مضللة ينعكس اثرها فى توزيع سيئ للموارد •

وعند ما تعد التقارير الملائمه شكلا ومحتوى وتوقيتا،فانها تقدم للادارة اشـــــارات تحذيرية مبكرة لانحرافات الاداء،ويطبق ذلك سواء بالنسبة للخطط الاستراتجيـــــة او الانشطة اليومية • ونظرا لان كثيرا من المديرين لايمتلك مهارة مالية ، فان المحاســـب الادارى يلعب دورا جوهريا فى الرقابه الاداريه بتحليل وتفسير البيانات ، ويشــــرح المعدلات المالية وارقام الاداء المالى والاتجاهات المختلفة ، ويقدمها جميعا فى صـورة سهلة واضحة وتمثل أساسا للعمل • ويقوم المحاسب الادارى باعداد نظام "تقـاريــر مسئولية" ، ووفقا لهذا النظام يتسلم كل مدير معلومات تجميعية وملائمة لمستواه الادارى، ويرتبط بهذا المفهوم مراكز الربحيه ومراكز التكلفه التى يكون المديرون مسئولين عنهـــا ولاتكون هذه التقارير متاحه فى ظل انظمه المحاسبه الماليه ، غيران المحاسب الادارى بقربه من مصادر الاحداث يستطيع ان يقترح تعديل النظام المحاسبى والتقارير لكى تقابل الخصائص المعينه •

أسـئلة الفصـل الأول

السؤال الأول :

اختر احدى الخصائص العامة للمعلومات وناقش مفهومها وأهميتها واضرب أمثلـة تعتمد فيها على عناصر من مواقف شخصية مررت بها ٠

السؤال الثانى :

تختلف المحاسبة المالية عن المحاسبة الادارية فى جوانب عديدة ــ والمطلوب أن تختـار خمسة من أوجه الاختلاف وترتبها بحسب أهميتها، وتبرر لماذا اخترت ترتيب أى ثلاثة منها على هذه الصورة ٠

السؤال الثالث :

تختلف معلومات التخطيط عن معلومات الرقابة من حيث موضوعها وطبيعتها وأهميتها ٠
ناقش هذه العبارة بصورة مركزة (١٥ سطر)

السؤال الرابع :

هل تعتقد أن المحاسبة الادارية بديل جيد للمحاسبة المالية ؟ اذا كانـت الاجابـة بنعم فاشرح الأسباب ٠ واذا كانت الاجابة بلا ، فوضح كيف يمكن تحقيق التكامـل بـين معلوماتها للوفاء بالمعلومات المطلوبة من النظام المحاسبى ٠

السؤال الخامس :

ناقش دور المحاسب الادارى فى إعداد الادارة بالمعلومات مع الاشارة الى العوامل التى تدعم هذا الدور ٠

السؤال السادس :

حدد أيّـا من العبارات التالية يعتبر صوابا وأيها يعتبر خطأ علـى أن تـبرر اجابتك فيما لايزيد على ثلاثة سطور :

١ ــ تفيد المحاسبة الادارية من بيانات المحاسبة المالية عن طريق الاعتمـاد علـى القوائم المالية فى اجراء تحليلات اضافية ليمكن ادراج العناصر المكملة ٠

٢ ــ تهتم المحاسبة الادارية بالتخطيط ، ولذلك لاتحتاج اطلاقا للبيانات التاريخيـة عن الفترات الماضية لأن التخطيط موجه للمستقبل ٠

٣ ـ تخضع المحاسبة الادارية لمجموعة من القواعد السلوكية والمفاهيم الاقتصادية تتبع بثبات حتى تقدم للادارة المعلومات الملائمة لاتخاذ القرارات .

٤ ـ ان تعدد الأطراف الخارجية التى تستخدم بيانات المحاسبة المالية قد أغنى المحاسبين من الاهتمام بتوحيد بياناتها فلكل طرف احتياجاته الخاصة المميزة .

٥ ـ المعلومات المحاسبية نقطة بداية لحل أية مشكلة أو اغتنام فرصة .

٦ ـ لاترتبط المحاسبة المالية بالتخطيط وترتبط المحاسبة الادارية بالرقابة بدرجة أقل من ارتباطها بالتخطيط .

٧ ـ تهتم المحاسبة الادارية باتخاذ القرارات دون اهتمامها بالتنبؤ أو تقييم الأداء بهدف تطبيق محاسبة المسئولية .

٨ ـ يقصد باسترجاع المعلومات الى الخلف تحقيق الرقابة ، أما اذا تم استرجاع المعلومات للأمام فهذا يهدف الى التخطيط الجيد .

السؤال السادس :

"عند ما تتطور وظيفة الرقابة لتتكامل مع التخطيط فى اطار واحد فان للمعلومات دورا بارزا فى هذا المجال"

ناقش هذه العبارة (١٢ سطر) .

السؤال السابع :

لماذا لاتصلح بيانات القوائم المالية كأساس للتخطيط واتخاذ القرارات ؟ بين حدودها ، مع ذكر أمثلة من القوائم توضح مدى صلاحيتها فى استخدامات معينة .

السؤال الثامن :

"توجه المحاسبة الادارية اهتمامها للتخطيط والتوجيه والرقابة"

ناقش دور معلومات المحاسبة الادارية فى هذا الصدد .

السؤال التاسع :

حدد أيا من العبارات التالية يعتبر صوابا وأيها يعتبر خطأ مع تبرير اجابتك فيما لايزيد عن ثلاثة أسطر :

١ ـ تقتصر المحاسبة الإدارية بالضرورة على بيانات النظام المحاسبى التقليدى والتى

تشتمل على بيانات كمية وغير كميـة •

٢ ــ لكل من المحاسبة المالية والمحاسبة الادارية مصادره المستقلة للبيانـات ، ولأن أهدافهما مستقلة فلا يستمدان من نفس المصدر ذات البيانات •

٣ ــ تفيد المحاسبة الادارية من بعض المفاهيم الاقتصادية والسلوكية للافادة منها فـي دراسة السلوك الانسانى للأفراد بصدد استخدام الموارد المملوكة للمنشأة •

٤ ــ يقال ان المحاسبة الادارية موجهة اداريا لأن من أهم وظائفها امداد المعلومات اللازمة لاتخاذ القرارات المتعلقة بتخصيص الموارد بين المنشآت المختلفة •

٥ ــ عند ما يستخدم الحاسب الالكترونى فان أهمية نظام المعلومات المحاسبية تقل بين نظم المعلومات الأخرى ، وبدونه يصبح النظام المحاسبى أهم نظم المعلومـات فى المشروع •

٦ ــ يشترك المحاسب الادارى فى وظائف التخطيط والرقابة بما يقدمه من معلومات صالحة ولذلك فهـو مسئول عن نتائج كـل القرارات فى هذه الوظائف •

٧ ــ تعتبر المعلومات الداخليـة أقل أهميـة لأن المنشـأة لم تبذل جهدا خارجيا فى الحصول عليها •

السؤال العاشر :

حدد أيا من العبارات التالية يعتبر صوابا وأيها يعتبر خطأ مع تبرير لايتجاوز ثلاثـة سـطور :

١- تنطوى المحاسبة الادارية على عنصر اجبارى يرتبط بالسجلات القانونية اذا ما أريـد لها القبول لدى الهيئات المختلفة بجانب اعتماد الادارة عليها •

٢- تهتم المحاسبة المالية بالمشروع كوحدة بينما تتجه المحاسبة الادارية الى الاهتمـام بالأقسام وخطوط الانتاج دون أن تتناول اطلاقا المدى الطويل •

٣- يقصد بخاصية الوقتيـة أن تكون المعلومات متاحة فى كل وقت بصرف النظر عن الحاجة اليها •

٤- اذا ما أعدت المعلومات فى شكل ملائم وبصورة صحيحة فانها لاتتأثر بمضـى الزمـن ، حيث الدقة متوافرة •

٥ - بصفة غالبة تكون المعلومات لأغراض الرقابة ملائمة ولأغراض التخطيط دقيقة ومحددة .

٦ - لكي تكون المعلومات ذات مغزى فلا يكفي أن توجه لمن يحتاج اليها وأن تكون مرتبطة بموضوع التقرير .

٧ - تنصب خاصية الشكل الواجب توافرها في المعلومات على حجم التقارير ودرجة التفاصيل التي تحتويها .

٨ - يتضمن نظام المعلومات الادارية جميع المعلومات الكمية الرسمية في التنظيم ، أما المعلومات الأخرى فنحصل عليها من النظام المحاسبي للمعلومات .

٩ - بالرغم من شمول نظام المعلومات الادارية فهناك بعض الظروف الخارجية التي يصعب أن يقدم معلومات عنها .

١٠ - اذا ماحصل متخذ القرارات على المعلومات الصحيحة والملائمة التي تساعده على الاختيار الأفضل فسوف يكون القرار سليما بالضرورة .

١١ - اذا ما أعد المحاسب الاداري المعلومات المطلوبة للادارة في صورة دقيقة مبنية على تحليل محاسبي متخصص وتحليل رياضي متعمق فان أداءه يكون مثاليا .

الفصل الثاني

اتخاذ القرارات الإدارية

١ـ مقدمة :

اتضح لنا مما سبق دور المحاسبة الادارية في مساعدة الاداره مما تقدمه من معلومات ، كما تبين لنا اهميه هذا الدور وتطوره • وتعتمد الاداره على هذه المعلومات في اداء انشطة التخطيط التنظيم والتوجيه والرقابة واتخاذ القرارات ، وعادة ماينفذ عدد من هذه الانشطة في نفس الوقت •
ويعبر نشاط اتخاذ القرارات في جوهره عن الاختيار بين البدائل • وهو لا يمثل وظيفه مستقله وانما يكون جزءا متصلا بكل الوظائف الاخرى • وعلى سبيل المثال ، ففي مجال التخطيط تتخذ القرارات الخاصه باختيار الأنشطة التي تؤدي الى مقابله الاهداف ، ثم تخصيص الموارد المتاحة بين الانشطه بافضل طريقة ممكنة •

وفي توجيه ورقابة العمليات تتخذ الاداره قرارات ذات مدى اقل ، ولكن لكل منهما أثره على استخدام الموارد وتقييمه • ويعتبر نشاط اتخاذ القرارات ضروريا ومستمرا حيث توجد الخطط الجديده او اعاده تخصيص الموارد والرقابه عليها ، كما يكون لازما للتكيف مع الظروف البيئيه الخارجيه أو التعامل مع التغيرات والاحداث الداخليه • ولهذا فاننا نركز على اتخاذ القرارات لاهميته وحيويته لجميع جوانب النشاط الاداري ، كما نبدأ بتوضيح بعض المفاهيم الاداريه •

٢ـ بعض المفاهيم الادارية :

اتضح لنا مما سبق دور المحاسبة الادارية في مساعدة الاداره بما تقدمه من معلومات للتخطيط والرقابه واتخاذ القرارات ، وتهدف المحاسبه الاداريه بصفه خاصه لخدمه منظمه معينه •

وتعبر المنظمة Organization عن مجموعة متحدة من الافراد تعمل معا لغرض معروف • ومن أمثلة المنظمات الكلية التي تقدم خدمه تعليمية والمصرف الذي يقدم خدمة مالية وغيرها • وتتكون المنظمة من الافراد وليس الاصول المادية ، فلا تعتبر مباني كليه التجارة منظمة ، لكن المنظمة تتكون من الافراد الذين يعملون في الكليه والذين

يلتفون حول هدفها المعروف وهو تقديم خدمة تعليمية للمجتمع .

وتختلف الاهداف باختلاف المنظمات فقد تهدف منظمة ما لتقديم خدمة انسانية وأخرى تهدف لتحقيق الربح ، غير أن للمنظمات على اختلاف انواعها نفس الخصائص ونذكر منها :

١ـ لكل منها هدف أو مجموعة أهداف تعمل لتحقيقها .
٢ـ توجد لكل منظمة مجموعة استراتيجيات للمساعدة في تحقيق الهدف .
٣ـ لكل منظمه مديرا و مديرون يخططون وينظمون ويوجهون ويراقبون أنشطتها ، كما يتخذون قرارات عديده ذات آثار طويلة الاجل وقصيرة الاجل .
٤ـ لكل منها هيكل يظهر علاقات السلطة والمسئولية .
٥ـ تحتاج كل منظمه الى المعلومات ، وهذه حاجه لاتقبل الاشباع الكامل .

والاهداف العامة Goals هى التى تبرر انشطة المنظمة وتوضح غرض ماتنجزه للمجتمع ، وهى تخبرنا عما تتجه اليه المنظمة كما انها تعتبر محور النتائج المأموله من استخدام مواردها ، ويلاحظ ان الاهداف العامه تصنع اطارا لمدى نشاط المنظمه وتغطى فترات عديده .

أما الاستراتيجيات Strategies فهى الفلسفة المرشدة للمنظمة فى الالتزام باستخدام مواردها لمقابله أهدافها ، كما انها تضع قيودا فى حدودها تتخذ القرارات اللازمة لتوجيه العمل نحو الاهداف ، وعلى ذلك تسهل للادارة التعرف على الطريق الواضح لتعرف أين تذهب فى أى نقطة من الزمن دون أن تضل فيحتويها اى طريق .

ولنفترض انك قررت السفر الى القاهرة فان عليك ان تقرر كيف يتم ذلك فلديك البدائل السيارة ، القطار أو الطائرة وتكون استراتيجيتك هى اختيار وسيلة النقل ، واذا ماتم هذا الاختيار أصبحت فى وضع يسمح لك باستخدام مواردك لتحقيق هدفك .

واذا كانت الاهداف العريضة تغطى فترات تقييم متعددة فان دور الاستراتيجيه هو ترشيد الانشطه أو نموذج الأنشطه الضرورية لانجاز تلك الاهداف . وترتب على ذلك ان تغطى نفس الفترات . ولاتسمح الادارة الفطنه بمرور عده فترات زمنية دون تحديد تقدم المنشأة نحو أهدافها العامة حيث يجب تفصيلها وربطها بالزمن .

وهنا تظهر أهمية الأهداف الفرعية Objectives التى تؤدى دور معايير الاداء الوسيطة ، فهى تستخدم لتحديد مدى التقدم نحو الاهداف العامة · وتختلف الاهداف الفرعية عن الاهداف العامة من ناحيتين :

الأولى : ان الاهداف الفرعيه لا تغطى فترات تقييم عديده ، فهى توضع لكل فتره تقييم ·

ثانيه : ان الاهداف الفرعيه تكون محدده بدرجه اكثر من الاهداف العامة · ويمكن القول أن الاهداف العامة هى قوائم دائمة حول غرض المنظمة ، وتضع الاهداف الفرعية نقط انجاز معينة يجب الوصول اليها خلال فتره معينة من الزمن ·

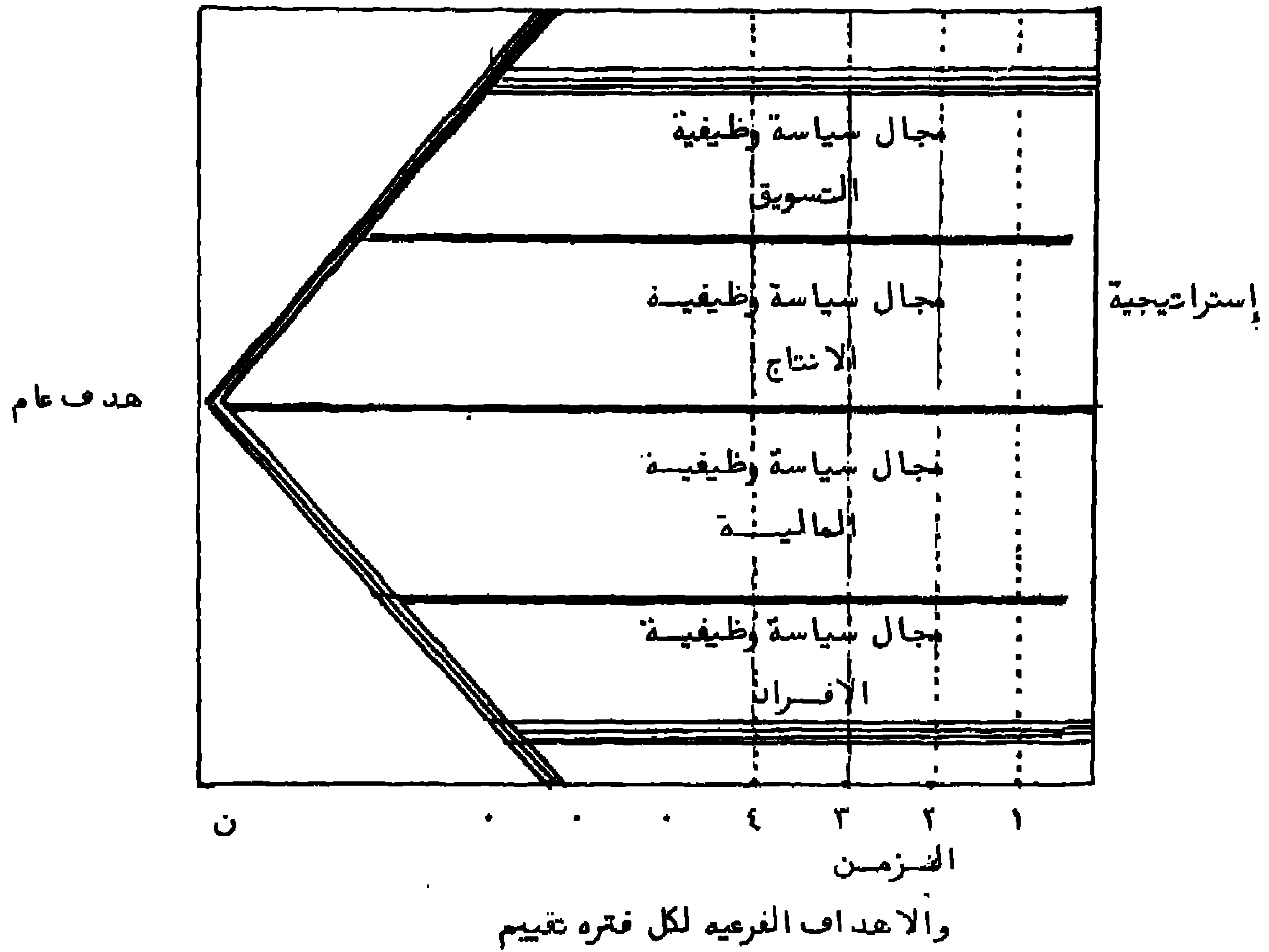
وتعبر السياسات Policies عن خطوط مرشدة لاتخاذ القرارات بواسطة أعضاء المنظمة الذين يتحملون مسئولية العمل · وحيث لا يمكن للادارة ان تتخذ جميع القرارات الخاصه بكل المشاكل، فانها تفوض جزءا من واجبات اتخاذ القرارات — فى حدود القيود الاستراتيجية — الى المسئوليات الادارية الادنى ، فيتم تحديد المشاكل المألوفة، وتوضع الخطوط المرشده التى تؤدى لحلول ملائمة للمشاكل المختلفة ، وبذلك تكون السياسات هى أدوات الاداره فى التأكد من حل المشاكل فى ظل القيود الموضوعة · وتتعدد السياسات المرتبطه بكل هدف لضمان تنفيذ انشطة وظائفه المختلفة ، كما أن لها دورها المساعد فى تحقيق الاهداف[1] ·

---

(١) لدراسة أكثر تفصيلا لهذه المفاهيم ارجع الى:

Donald L. Bates & David L. Eldredge, Strategy and Policy, (Dubuque, Lowa: Wm.E.Brown Co. Publishers, 1980).

ويوضح الشكل التالى العلاقات بـــين المفاهـــيم السابقـــة (١)



والاهداف الفرعيه لكل فتره تقييم

وعند ما تدرك الاداره المفاهيم السابقه وتستخدمها تكون المسئوليه الاساسيه لهذه هــى التقدم نحو الاهداف ، وهى بحاجه الى الاساليب والادوات المساعده لتقييم اداء الوحده ويجب التحقق من ان الاستراتيجيه يتم تطبيقها ، وان الاداء فى حدود المعايـــير وفى سبيل ذلك يجب ان تكون المعلومات كافيه لتقديم الاحكام واتخاذ القرارات السليمه • وتعتبر المعلومات اساس نظام التقييم الذى تقوم عليه كل القرارات • وتساعد هـــذه المعلومات اداء وظيفة اخرى فهى بمثابه سجل تاريخى لاداء الوحده تحت ظروف مختلفة وبجانب المعلومات التاريخية يجب ان الاعتماد على التنبؤات والتقديرات حتى تصلـــح كأساس لاتخاذ قرارات المستقبل ، وقد لاتهمل المعلومات عن الماضى عندما يكون أداؤه هو أفضل مؤشر للاداء المستقبل •

---

(١) المصـــدر : Ibid, P. 15.

٣ـ مفهوم القرارات :

الانسان متخذ قرارات خلال حياته وفي كل عمل تعتبر القرارات اساسيه ولا يمكن تجنبها . ويمكننا القول ان النجاح او الاخفاق لفرد ما او لمجتمع يتوقف على قدره الافراد على اتخاذ قرارات رشيده وذكيه ولها اساس من المعلومات . ويعيش الانسان في بيئه متعدده الاوضاع والظروف ، انها بيئه القرارات التي تختلف في حجم التعقيد ودرجه الاختلاف بينها وتنوع وتعدد اجزائها .

ويمثل القرار خاتمة عملية مصممه لوزن الاهميه النسبيه لمجموعه من البدائل المتاحه واختيار افضلها [1]. أما عمليه اتخاذ القرار فهي تشمل اختيار واحد من بين اثنين او اكثر من البدائل المتاحه بعد تقييمها على ضوء قدرتها على تحقيق الاهداف المرجوة من اتخاذ القرار .

وان يكون اختياره بحكمه . ويعتبر عدم الاختيار في حد ذاته قرارا ، وان لم يكن هو الافضل دائما . ويكون بعض الاختيارات أكثر أهميه أو أكثر تجريدا أو أقل تحديدا . ومع أن كل اختيار يبدو مستقلا فانه يؤثر على الاختيارات الاخرى فالكل يشبه النسيج الواحد الذي صنعته اختيارات الماضي ليشكل الحاضر ودون ان يضم المستقبل .

وبينما يتخذ الانسان القرارات كل يوم فانه نادرا مايعطي فكره باستمرار للعملية التي تتخذ بها القرارات ، وعلى كل حال فان القرارات لها عناصر مألوفه وكلما امكن فهمها سهل على متخذ القرار تصور وادراك وتشكيل وتحليل بيئيه القرار ، وينعكس اثر ذلك في اختيارات طيبه اى في قرارات اكثر فاعلية واعلى كفاءة [1] .
ويحقق القرار الفعال الاهداف التي تسعى اليها الاداره بينما يؤدي القرار الكفء الى استهلاك الحد الادنى من الموارد الضروريه لتحقيق الهدف .

---

(١) N.Paul Loomba, Management: A Quantitative Prespective, (Collier Macmillan, International editions, 1976)P.100.

ويفترض ثلاثه امور تتعلق بطبيعه القرارات فى مجال الاعمال •

الاول : وجود موارد ناد ره غير مخصصه تحت تصرف المنشأه ، وهذه الموارد قد تكون ماليه مثل النقديه ، او طبيعيه مثل المواد الاوليه والمعدات والمبانى ، او انسانيه مثل الزمن والمهاره وكافه الافراد •

الثانى : ان الاداره ترغب فى اتخاذ قرارات حول استخدام هذه الموارد بكفاءه وفاعليه •

الثالث . ان العمليه التخطيطيه يمكن انجازها للوحدات الاقتصاديه المختلفه •

٤ـ الجوانب السلوكيه لعمليه اتخاذ القرارات :

تؤثر القيم والاهداف الفرديه بدرجات مختلفة على متخذ القرارات ، ومن مظاهر هذه الآثار ان نجد فردين يعالجان نفس المشكلة بطرق مختلفه او يختلفان فى اختيار مدخل معين لتحقيق فرصه بذاتها • وقد تؤثر العوامل السلوكيه والاهداف العامه والفرعيه ومستوى المعلومات المتاحه بدرجه عميقة على تصور المشكله او الفرصه وتقييم البدائل والعناصر الاخرى لعمليه اتخاذ القرار ، وقد لايمكن فصل اثر كل من هذه العوامل كما لانستطيع ان ننظر فى داخل عمليه الفكر الانسانى لنرى بدقه كيف تعمل نماذجه • ولذلك لايكون من الممكن ان نطور بصور مباشرة النماذج الواقعية للفكر الانسانى • ومن ناحية أخرى فانه يمكن ان يؤدى التطبيق المباشر للطرق والاساليب التحليليه الى تحسين كثير من عناصر عملية اتخاذ القرارات لتصبح اكثر رشدا ونظامية واكتمالا • وبتحسين هذه العناصر فان عمليات الفكر الانسانى قد تتأثر بصورة غير مباشرة لتصبح افضل •

وتتضمن عمليه اتخاذ القرارات الحكم والتبصر كما تتأثر بميول الافراد وانظمه التقييم الفرديه • ولا يمكننا رؤيه القرار ذاته وان كنا نرى مظاهره وندرك اثاره • ويمكننا ان نلاحظ الافراد والمجموعات التى تتخذ القرارات ، وان نتعرف على نماذج سلوكهم وطرقهم المستخدمه فى التحليل ، غير ان كل مانخلص به من ذلك هو ملاحظه عناصر عمليه القرار • ويمكن ان تكون هذه العناصر قابله للرقابه ، كما يمكن هيكلتها فى صوره مدخل نظامى ـ على درجه موضوعيه ـ لاتخاذ القرارات ومع ان عمليات القرار تختلف باختلاف طبيعه المشاكل فان الحاله السائدة والفرد متخذ القرار يشكلان الصوره العامه لمعظم عمليات.

القرار. وسوف نتناول فى النقطه التاليه عناصر اتخاذ القرارات .

٥ـ عمليه اتخاذ القرارات :(١)

تتم عمليه اتخاذ القرارات المهيكله بانجاز عده خطوات فى ترتيب منطقى ونظامى لاختيار افضل البدائل التى تحقق الاهداف .

وتشمل هذه الخطوات مايلى :

- التعرف على المشكله او الفرصه .
- تحديد المشكله او الفرصه .
- تعيين الاهداف .
- تحديد البدائل .
- تقييم البدائل .
- اختيار افضل بديل .
- التحليل اللاحق للمثاليه .
- خطه تنفيذ القرار .

ونتناول كلا من هذه الخطوات فيما يلى .

٥ـ١ . التعرف على المشكلة او الفرصة :

يكمن العنصر الاول والضروري لعمليه القرار فى اكتشاف المشكله او الفرصه ، ويظهر المؤشر الاول على وجود المشكله او الفرصه فى صوره اختلاف بين ظروف فعليه ومعايير معده أو اوضاع مرغوب فيها،لذلك فانه مالم تكن هناك معايير او انها كانت غير سليمه فقد تمضى المشكله او الفرصه دون ملاحظه ، وهنا تظهر اهميه التخطيط الشامل واعداد المعايير الملائمه ، فلا شك أن الاكتشاف المبكر للفرص او المشاكل هو الذى يوجد الفرق بين النجاح والاخفاق فى اتخاذ قرار ما . واذا لم توجد الخطط او معايير المقارنه فقد لاتوجد هناك طريقه للتعرف على وجود مشكله او فرصه .

---

(١) راجع الفصلين الأول والثانى فى :
Wm.E. Souder, Management Decision Methods, (N.Y.: Van Nostrand Reinhold Co., 1980).

وتخضع عمليه التعرف على المشكلة او الفرصة لعوامل تتعلق بانظمة المعلومات أو الاتصال والجوانب السلوكية مثل العادات والتقاليد والخبرة والطموح وغيرها . وتمر عمليه التعرف بخطوتين أولهما الاكتشاف والاخرى تقدير الاهمية النسبية . ولا يخضع كثير من المشاكل والغرص لنظام زمنى فى التعرف عليها ، وقد يرجع ذلك لعدم قدرة متخذ القرار على التفرقه بين المعلومات الملائمه وغير الملائمة ، فقد تتوفر - أحيانا - كمية كبيرة من المعلومات غير انها لا تكون ملائمة للمشكلة او الفرصة المعينة .

وتنعكس قدرة ومهارة متخذ القرار فى تمييز المعلومات الهامة دون غيرها على فاعلية القرار ، ولهذا يجب ان تكون نظرته متغيرة وحساسة لكل الظروف البيئية التى تحيط بمشكلة أو فرصة ما .

وبعد أن يتعرف متخذ القرار على المشكلة او الفرصة فانه يتحرى بيقظة وحذر وجود تشعبات فنية او اجتماعية او اقتصادية وماتؤدى اليه من فرص او مشاكل اخرى بالنسبه له او الاطراف الاخرى فى المنظمة . ويجدر بمتخذ القرار ان يقارن الاختلاف بالمتغيرات العشوائيه التى تتوقع فى الظروف العادية ، ويتعرف على مايمكن حدوثه عند التغاضى عن هذا الاختلاف . وبعد ان يتم التعرف على المشكلة او الفرصة فانه يجب تحديدها وهذا ماتتناوله فى الخطوة التالية .

٥-٢ . تحديد المشكلة او الفرصة :

نظرا لان المشاكل والفرص لاتعرض نفسها فى صوره واضحه المعالم . ويمكن اعتبار الاجزاء المرئية الاولى بمثابة دلائل على وجود المشكله او الفرصه . بالطبع فان العمل على اساس هذه الدلائل لا يكون فعالا ، ولكن متخذا لقرار يظل يتفحصها حتى يصل الى الاراء الحقيقية . ولهذا تكون المعلومات ضروريه لتحديد المشكلة والفرصة . وقد تكون المعلومات المتاحه خليطا من الحقائق والمشاعر والافكار المتداخلة وغيرها حول وضع ما . وعادة فانه الصعب خلال المراحل الاولى من التعرف على المشكلة او الفرصة أن نميز بين المعلومات الملائمه وغير الملائمه ، ويفضل فى مثل هذه الظروف الحصول على معلومات إضافية حتى يمكن تمييز المشكلة او الفرصة وتحديد أبعادها ، وتتطلب عملية الحصول على المعلومات تصنيف الحقائق وقتا ومثابرة .

ويجب ان يشجع المناخ التنظيمي هذه الجهود التى ستتنافس على وقت الاداره المحدود وطاقتها • ويعتبر تحديد المشكله او الفرصه عملا غير مستمر كما يتطلب اقتناعا بالمنفعه المحتمله • ولعلنا جميعا ندرك من التجربه الاولى مدى اهميه التقاط المشكله الحقيقيه ، اذ ان العمل على اساس مظاهر عرضيه قد يؤدى الى ضياع الوقت والموارد التى استخدمت فى علاج غير فعال • وكما اننا نجد قرارات اخفقت باختيارها البدائل الخاطئه ، فهناك الكثير التى اخفقت نتيجه حل مشكله خاطئه •

وعند ما نتعرّف على زمن وموطن المشكله او الفرصه فان ذلك يساعدنا فى تمييزها وتحديد خصائصها لنعرف ماهي، ثم تحدد المعلومات الاضافيه ، ولاشك ان هذا التحديد أو التمييز يساعد ان على التفرقه الواضحه بين المعلومات الملائمة وغير الملائمة، وبعد التعرف على الخصائص يبدأ التحقيق من وجود المشكلة او الفرصة ، ويتأتى ذلك بتحديد الطبيعه الخاصه للاختلاف عن الظروف المرغوبه • او المعايير التى استخدمت فى تحديد هذا الاختلاف •

وقد تعد قائمة بهذه العناصر ويضاف اليها المشاكل والفرص المحتملة ومدى اهميتها وخطورتها والحاحها والظروف المحيطه بها والمسئوليه الاداريه عنها • ويلاحظ ان اجراءات تحديد الخصائص والتحقق تقدم مدخلا شاملا لتحديد المشكلة او الفرصة ، ويتضمن هذا المدخل بدوره توفير أساس لمزيد من المعلومات التى قد تساعد فى اتخاذ القرارات الأخرى أو توجيه المسئول عن العمل •

مما سبق يتبين أنه لايكفى التعرف على المشكلة أو الفرصة ، وانما يلزم تحديدها وتعريفها بدقة، حتى يتسنى دراسة الحلول البديلة واختيار أفضلها على ضوء الأهداف المرغوبة •

٥ـ٣ • تعيين الأهداف :

نظرا لأنه لايكتمل حل المشكلة أو الاستفادة بالفرصة مالم تتحقق كل الأهداف التى يصدر من أجلها القرار فيجب أن تعين ـ وبوضوح ـ الأهداف التى يرغب متخذ القرار تحقيقها •

وتعبر الاهداف عن الوضع المرغوب المرغوب التوصل اليه من بذل الجهود كما انهـا اساس صالح لقياس فاعليه البدائل ويعتمد عليها كمؤشرات لتوضيح اتمام حل المشكله ٠
واذا كانت افضل الحلول المتاحة ـ فى مرحلة معينة من التحليل ـ لايتوقع لها ان تحقق كل الاهداف فان البدائل الأكثر فاعليه تكون مطلوبة قبل ان يتخذ القرار النهائى، ونظرا لأن المعايير تستخدم لقياس تحقيق الاهداف، يجب ان تتلاءم المعايير مع الاهداف المرغوب تحقيقها من حيث القدره على التعبير عن مستويات انجاز هذه الاهداف، لذلك أن المعيار هو قائمة بالمستوى المطلوب من الانجاز ، وعلى سبيل المثال، فأذا كان الهدف هو تعظيم حجم المبيعات فإن المعيار الملائم يجب أن يعين حجم المبيعات المستهدف على مدار الفترة المعينة من الزمن ٠
وعندما تكون المعايير غير قابلة للتحقيق ، فان هذا يؤدى لتقييم الانجاز الفعلى بأقل مما يجب ، وينتج عن ذلك مؤشرات مضللة عن مشاكل أو فرص وهمية ٠ ومن ناحية أخرى، فان الاخفاق فى تحقيق تلك المعايير يثبط الحوافز لريادة الانجازات المستقبلة ، وقد يؤدى كذلك لوضع معايير منخفضة فى الدورة التخطيطية التالية ترتبط بها أهداف أقل طموحا ٠ والنتيجة أن يصبح النظام غير حساس لأية مشاكل أو فرص حتى مع وجودهما ٠ وقد لا تكون الأهداف الحقيقية ظاهرة دائما ، وفى بعض الحالات يكون للأفراد والتنظيمات المختلفة أهداف كثيرة، بعضها غير متشابه أو متعارض ، وفى هذه الحالة تصبح هناك حاجة الى استخدام الفكر المتعمق ليمكن اعداد قائمه بهذه الاهداف ٠
وقد يكون مدى متخذ القرار الفرد لكثير من الأهداف والعديد من مستويات الانجاز المرغوبه، الا أن نقطه البداية الموفقة لتعيين الاهداف والمعايير هى تحديد الحالة المرغوب الوصول اليها وكيفية التعرف على اتمام حل المشكله او تحقيق الفرصه ، فلعل ذلك يقدم مجموعة من المعايير التى تجسد الاهداف ٠ وعلى سبيل المثال، اذا افترضنا أن متخذ القرار يرى ان الفرصه تتحقق حينما يصل حجم المبيعات الى مليونى جنيه سنويا ـ فى هذه الحالة فان رقم ٢ مليون جنيه كمبيعات يمثل الهدف والمعيار معا.

٥ـ٤ • تحديد البدائل :

قد لاتعطى عمليه ايجاد البدائل والبحث عنها الانتباه الذى تستحقه، ولذلـــك يجب ان يخصص الوقت الكافى للبحث عن البدائل الجديدة • ويفضل ان يسبق الجهـــد الكبير فى تقييم واختبار البديل جهد مساو فى تجديدها • حيث تتأثر جودة القـــرار بطبيعة البدائل المتاحة • ولذلك تتطلب هذه العمليه توافر القدره الخلاقه واستخدام طرق تجميع الافكار •

وقد تتطلب الاوضاع المعقده توليفات عديده من البدائل التى تبزغ فيها أفكـــار خلاقـــة وحلول ممكنة • وقد ينطوى أحد البدائل على عدم انجاز شئ ، ويعتبر فى هـــذه الحالة ضمن البدائل الممكنه للقرار ، وعندما يؤخذ فى الاعتبار فانه يلقى اضواء علـــى مشكلة القرار •
ومن الاهميه بمكان ان نفرق بين اتخاذ القرار بعدم انجاز شئ وبين "التسويف" ، فقد مر متخذ القرار ـ الذى قرر عدم انجاز شئ ـ بعملية القرار المنطقية ، أما الذى لم يمر بهذه العمليه فلم يتخذ قرارا وهو لايعرف حقيقة ما اذا كان عدم انجاز شئ هو أفضـــل البدائل أو أسوئهـــا •

٥ـ٥ • تقييم البدائل :

يتم تحليل البدائل وتقييمها على أساس قيمتها وتكلفتها وظروف الخطر السائـــده ، وتقاس قيمة البديل فى ضوء مساهمته فى تحقيق كل من الاهداف المرغوبة •
ويجب أن تؤخذ فى الاعتبار كل المنافع التى يمكن ان تترتب على اختيار ذلك البديـــل وكذلك كل التضحيات التى قد تترتب على اختياره • وفى بعض الحالات قـــد تكـــون نتيجة عـــدم اختيار بديل معين جسيمة جدا لدرجة أنه يجب اختياره للمحافظة علـــى الوضع الحالى للمنظمة •

وعادة ماتتعدد الأهداف فى كثير من القرارات كما يكون بعض الاهداف أكثـــر أهمية من غيرها • ويلزم فى هذه الظروف ضرورة ابراز اختلاف الاهمية النسبية للأهـــداف ويكون البديل الذى يساهم فى تحقيق هدف على درجة عالية من الاهمية ذا قيمة أعلـــى من ذلك الذى يساهم فى تحقيق هدف أقل أهمية •

٥-٦-١٠ اختيار أفضـل بديـل :

يمكن من الناحيه النظريه ترتيب البدائل تنازليا من الأفضل الى الأسوأ على أساس أى من علاقات المنفعة والتكلفة ، أو التضحية والتكلفة أو الخطر والتكلفة ، غير أنـه لايمكن أن ندرج كل العوامل الملائمة فى دليل تفضيل واحد نظرا لتعددها وتنـوع اساليب تقييمها ، ويمكننا ان ندرك ذلك اذا ما أستعرضنا بعضا من هذه العوامل، فهى تشمل مثلا كفاءة البديل فى حل المشكلة ، وأثره على الاهداف التنظيميةوالاقتصاديـة ومدى قبوله من المنفذين، والتغير المطلوب فى النماذج السلوكيه عند أختيار هـذا البديل وأخيرا العلاقات المتداخله بين البدائل .

وعادة مايتعدد الافراد الذين يشملهم القرار النهائى، قد يكون بين هؤلاء الذين قدموا معلومات القرار والذين اتخذوه أو اثروا فيه ، ولذلك يمكن القول ان عملية الاختيار تتأثر بكثير من العوامل السلوكية .

وقد يستخدم الحكم والمساومة بالاضافه الى العمليات التحليلية لاختيار أفضـل البدائل . ويقوم المدخل الحكمى على أساس عقلى ووجدانى ، كما تتم عمليه المساومـة بين مجموعه متخذى القرار الذين يجرون التبادلات بين الحاجات والرغبات حتى يصلـون الى اتفاق مرضي . أما المدخل التحليلى فانه يتضمن تقييمات ومقارنات قاطعة للبدائل ، على أساس التكاليف والمنافع والفرص الضائعة والمقاييس الآخرى، ويتضمن المدخل التحليلى مقياسا كميا واجرائيا يقوم على أساس المنافع والتكاليف .

وفى إطار عملية القرار المهيكلة يتم اختيار أفضل بديل بأستخدام الاساليـب والنماذج التحليلية ، حيث تستخدم الطرق التحليليه وبحوث العمليات لمساعده متخـذ القرارفى الوصول الى الاختيار الأمثل من وجهة نظر الاعتبارات الاقتصادية ، ويستخدم الحكم بالنسبة للعوامل غير الاقتصاديه والتى لاتقبل التقييم الكمى . وفى بعض الحالات يسهل أختيار بديل واحد ، وفى غيرها قد توجد عدة بدائل مرضية .

وغالبا لايوجد البديل الواحد الأفضل بكل المعايير أو وفقا لكل الاعتبارات ولذلك يوصى بمجموعة من البدائل ، أو يتم أختيار عدة بدائل تتصاعد فى درجة الخطر وتنفذ فى خطوات متتابعه ٠

٥–٧٠التحليل اللاحق للمثالية :

قد لايكون القرار الامثل – أحيانا – معبرا عن أفضل أختيار ، ويرجع ذلك لبعض الظروف التى تواجه متخذ القرار ٠
وينطوى التحليل اللاحق للمثالية على أستخدام النماذج والطرق التحليليه لاختيار حساسيه القرار للتغيرات فى الظروف المحيطه ٠ واذا لم تظل مثالية القرار سائدة على مدى الظروف المحتمله فانه يمكن السماح بتعدد البدائل المختارة بحيث ينفذ فيهما ماتفرضه الظروف ٠

ويمكن لمتخذ القرار عن طريق التحليل اللاحق للمثاليه – أن يراجع كل الخطوات السابقة فى عملية اتخاذ القرار ، فيمكن اختبار تسلسل وتتابع الأنشطة ، كما يؤخذ فى الحسبان أى معلومات أو بدائل جديدة تظهر خلال العملية ٠

٥–٨٠خطة تنفيذ القرار :

لايعتبر القرار كاملا حتى تعد خطة تنفيذه ، كما تتوقف قيمته على مدى قابلية التنفيذ ، ويعتبر اعداد خطة فعالة لتنفيذ القرار بنفس المستوى من الأهميه كالقرار ذاته ٠ ويجب ان توضح الخطه الحدود والعقبات فى قبول القرار وتبين الأساليب والطرق التى تساعد فى التغلب عليها خلال تغيرات واقعية وسلوكية ٠ وليس من المقبول توقع تغيرات فجائيه فى السلوك الانسانى نظرا للطبيعة البشرية ، ولهذا فان خطه التنفيذ يجب أن تنشر على مدار فتره زمنيه كافيه ٠ وبصفه عامة،فان اصعب القرارات قابلية للتنفيذ هى تلك التى تنطوى على تغييرات كبيرة فى السلوك الانسانى،أو التى تكون آثارها غير مؤكدة أو أنها تتضمن مخاطر شخصية لمتخذ القرار،واخيرا تلك التى تنطوى على استخدام موارد ضخمة ٠ ولكن يكون المجال مهيئا لتنفيذ القرار فيجب ان يتم مايلى :

١ـ أن تؤخذ خطه التنفيذ فى الاعتبار عند تحليل وتقييم البدائل ، ويترتب على ذلك استبعاد البديل الذى لايمكن تنفيذه ، أما البديل الذى يصعب تطبيقه فيعتبر الملجأ الاخير .

٢ـ اشراك المنفذين فى مرحلة صياغه البديل مما يؤدى لتقبله .

٣ـ مساعدة المسئولين فى تفهم دور البدائل المختلفه فى مساعدتهم .

٦ـ الظروف التى يتم فى ظلها اتخاذ القرارات : (١)

تتعدد الظروف (أو البيئات) التى يتم ظلها اتخاذ القرارات ، ويختلف تبعا لذلك حجم ونوع وطبيعة المعلومات المتاحه عن كل حاله ، ونعبر عن حاله معينه من الظروف المستقبله بحاله الطبيعه السائدة State of Nature ويفترض فى ظل التأكد التام ان توجد حالة طبيعة واحده بينما تتعدد هذه الحالات فى ظل الظروف الاحتماليه . وسوف نتناول أتخاذ القرارات فى ظل الظروف التاليه :

- التأكد التام .
- الخطر .
- عدم التأكد .
- التعارض .
- حالات أخرى .

٦ـ١ . اتخاذ القرارات فى حالة التأكد التام :

ينظر الى القرارات على اعتبار انها تتخذ فى ظل ظروف التأكد التام حينما يوجد عائد أو حد لكل من البدائل المتاحه لمتخذ القرار .

ومعنى ذلك أن أثر اختيار بديل معين يكون معروفا مقدما بالتأكيد ، وبذلك يفترض ان كل المعلومات الملائمه اللازمه لاتخاذ القرار معروفه بدرجه تأكد تام ، وقد ينظر اليه على أنه وضع غير مقبول فى عالم يسوده عدم التأكد ، غير أنه فى الحالات التى تتوفر فيها الخبره الماضيه بدرجه كبيره فان كثيرا من القرارات التى تتخذ اعتمادا عليها تكون فى ظل التأكد . وعلى سبيل المثال ، اذا كان لدينا مصنع ينتج عددا من

(١) K.J. Radford, Managerial Decision Making (Reston, Virginia: Reston Publishing Co., 1975), P-P. 58-62.

المنتجات، يستخدم في سبيل ذلك أنواعا معينه من المستلزمات وبذلك يكون لكل من المنتجات تكلفته التي تختلف باختلاف مستلزماته ، كما أن لكل منها سعر بيعه واذا افترضنا أنه يوجد سوق لتصريف كل من المنتجات التي يتم أنتاجها وبأى حجم ، فعندئذ يكون من الضرورى التعرف على تشكيله المنتجات التي نحصل عليها من توليفة معينة من المدخلات والتي تحقق أقصى ربح ٠

ولو افترضنا — ولو للحظة الحالية — أن كل الكميات والاسعار معروفة بدقة، فانه يمكن تحديد الربح الناتج من تشكيله معينه من المنتجات بالتأكيد ، ومثل هذه المشكلة تعرف بأنها محددة Deterministic. ومؤداها أنه تحت ظروف معينة يمكن تحديد تشكيلة المنتجات التي تحقق أقصى ربح ٠

ويمكن أن نعرض نتائج التحليل السابق في شكل مصفوفه تظهر الاختيارات الفردية (تشكيلات المنتج)، كما تبين الارباح المتوقعة نتيجة اختيار بديل معين، كما يعتبر الربح عائد قرار أختيار ذلك البديل ٠

مصفوفة العائد للقرار فى ظل التأكد

البديل	العائد
$س_1$	$ع_1$
$س_2$	$ع_2$
$س_3$	$ع_3$
⋮	⋮
$س_ن$	$ع_ن$

وسوف نتعرف ان المشكله السابقه هى أحدى المشاكل التي يطبق فيها أسلوب البرمجة الخطية في ظروف معينة ، وعلى سبيل المثال يمكن تحديد تشكيلة المنتجات التي تعظم الارباح ٠

وفى مشاكل الحياة العملية نجد أن مدى الاختيار كبير جدا ، ولكن عندما نعتبر أن المرغوب فيه تعظيم الأرباح فان تشكيلة المنتج الملائمة يمكن تحديدها ٠

٦-٢٠ **القرارات فى ظل الخطر :**

يقال أن القرارات تتخذ فى ظل الخطر حينما يكون هناك أكثر من عائد محتمل ينتج من اختيار بديل معين ، ويفترض أن متخذ القرار يعرف احتمال حدوث كل من هذه العوائد . ويرد اختلاف العوائد عن بعضها الى العوامل التى تحدث خارج رقابة متخذ القرار . واذا افترضنا أن عددا من هذه العوامل معروفا فان فرصة تكوين توليفات من هذه العوامل - والتى تسمى أحيانا بحالات الطبيعة - يمكن احتسابها .

مصفوفة العائد للقرار فى ظل الخطر(1)

البدائل	ل$_{١}$	ل$_{٢}$	ل$_{٣}$	.... الخ
	حالات الطبيعة			
	احتمالات حالات الطبيعة			
	ح$_{١}$	ح$_{٢}$	ح$_{٣}$	.... الخ
س$_{١}$	ع$_{١١}$	ع$_{٢١}$	ع$_{٣١}$	
س$_{٢}$	ع$_{١٢}$	ع$_{٢٢}$	ع$_{٣٢}$	
س$_{٣}$	ع$_{١٣}$	ع$_{٢٣}$	ع$_{٣٣}$	
⋮				
الخ				

ولشرح مبسط لحالة الخطر نفترض أننا نرمى زهرتى النرد ، وتكون حالات الطبيعة الممكنة هى التوليفات التى تنتج من أوجه الزهر الستة والتى تتراوح نتائجها من العدد ٢ الى العدد ١٢ . ويمكن حساب احتمال كل منها مقدما - بافتراض أن عملية رمى الزهر تتم بطريقة عادلة وبدون تمييز فى أى اتجاه .

ويلاحظ أيضا أن عدد حالات الطبيعة الممكنة معروفة تماما . وقد يبدو نوع هذا القرار صناعى اذا ما قورن بظروف الحياة الواقعية ، غير أنه من ناحية أخرى نجد أن كثيرا من المواقف يحدث فى مجالات تتوافر عنها الخبرة الماضية المكتسبة بدرجة معقولة ، وفى مثل هذه الحالات فانه يمكن اعداد تقديرات مقبولة عن حالات الطبيعة المحتملة .

---

(1) ع : العائد

ويمكن النظر الى هذه القرارات باعتبارها نوع من المباريات ضد الطبيعه تتم بالخطوات التاليه :

١ـ يختار متخذ القرار أحد البدائل المتاحه ـ بعد حساب المخرجات أو العائد لكل من البدائل فى ظل كل من حالات الطبيعة المستقبله التى تكون احتمالات حدوثها معلومة ٠

٢ـ وبعد ان يقوم متخذ القرار باختياره يفترض أن الطبيعه تختار حالة وهى تلك الحالة التى تحدث فعلا ٠

٣ـ يحصل متخذ القرار على العائد المقابل لحالة الطبيعه التى حدثت فعلا ، ومع ان متخذ القرار يختار البديل الذى يعطى العائد الاكثر تفضيلا فى ظل حالة الطبيعه التى يعتبر أحتمال حدوثها اعلى الاحتمالات ، فان تلك الحاله قد لاتحدث من لعبه واحدة من المباراة ٠ وهنا يكن الخطر ، ولسوف نتناول فى مواضع تاليه بعض الطرق اللازمه لمواجهته فى حالات معينة ٠

٦ـ٣٠ القرارات فى ظل عدم التأكد :

حينما يكون عدد حالات الطبيعة الممكنة غير معروف ، كما أن احتمالات حدوثها ـ أيضا ـ غير معروفة لمتخذ القرار ، فان القرارات تتخذ عندئذ فى ظل عدم التأكد ٠ ويفترى أن متخذ القرار غير متأكد من أنه قد أدرج كل الحالات الطبيعية المحتملة ضمن مصفوفته ، وأنه أجرى الترجيح النسبى لكل منها ٠ وتعتبر هذه الحالة هى الأكثر احتمالا فى الواقع العملى ٠ وفى ظل عدم التأكد قد يكون عدم المام متخذ القرار جزئيا فقط ، كما قد يكون من الممكن بالنسبة له أن يحصل على مزيد من المعلومات بتضحيات من الزمن والأموال ٠ وهذا الوضع قد يظهر أن من المزايا تأجيل القرار او جزء منه حتى يمكن جمع المزيد من المعلومات ٠ وقد تعد القرارات فى القرارات فى ظل عدم التأكد فى عمليات (مراحل) متتابعه لاتخاذ القرار ، وهذه لايمكن عرضها بسهوله فى شكل مصفوفة العائد الملائمه لقرار المرحله الواحده ٠ وقد تستخدم المعلومات التى تم جمعها كأساس لتحديد اكثر وأشمل لحالات الطبيعه المستقبله واحتمالات حدوثها ، وأيضا البدائل المتاحه لمتخذ القرار وقد يؤدى تجميع المعلومات الى أن تغيير الحاله التى يتخذ فى ظلها القرار من حالة عدم التأكد لتصبح حالة الخطر ٠

مقارنة بين الحالات السابقة

المعيار	التأكد التام	الخطر	عدم التأكد
حالات الطبيعة	واحدة	أكثر من واحدة ومعروفة	أكثر من واحدة وغير معروفة
احتمالات المخرجات	مؤكدة تماما	معروفة لكل من حالات الطبيعة	غير معروفة على الاطلاق
طبيعة المخرجات	محددة	احتمالية ويمكن تعيينها لكل حالة من حالات الطبيعة	غير مؤكدة ولا يمكن تعيينها لحالات الطبيعة
الاختيار الأمثل	الذى يحقق أعلى منفعة	يتم التعرف عليه باستخدام معيار القيمة المتوقعة	يتم التعرف عليه باستخدام عدد من المعايير المختلفة

(1) Adapted from: N. Paul Loomba, O P.Cit., p. 113.

٦ــ٤ ٠ القرارات فى ظل المنافسة أو التعارض :

فى تناولنا للقرارات فى ظل الخطر أو عدم التأكد ، افترضنا أن الضد ، أو اللاعب الآخر فى المباراة هو نتيجة لمجموعة من الظروف التى تحدد حالات الطبيعة المستقبلة للعالم ، وبصورة مستقلة عن رغبات وآمال متخذ القرار ٠

وتسمى هذه "حالة لاعب" ، أو فرصة ، وافترضنا أن اللاعب (متخذ القرار) فى جانب المباراة يلعب بدون ضد منافس له ٠

وتهتم فئة أخرى من القرارات بالتعرف على وجود الخصم (المناوىء)، والذى قد تكون أفعاله فى اتجاه تعارضى لأفعال متخذ القرار ٠ وتحدث أمثلة لذلك فى المنافسة الاقتصادية فى الأسواق ، وفى أنواع معينة من المباريات ٠ ومن النادر أن نجد فى المجتمع الحديث تعارض مباشر من فرد الى آخر ، أو تنظيم الى تنظيم ٠ وفى معظم الحالات تكون الحكومة طرفا بشكل أو بآخر ، كما تدخل أطراف أخرى بدرجة أقل أو أكثر، وفى بعض حالات التعارض يصعب التعرف على مصدر "الضد" بدقة مع أن آثاره يمكن ملاحظتها ٠ وقد لايمكن التأكد من أن حالات المستقبل التى قدرت هى نتيجة أعمال واعية لمعارضين حقيقيين لمتخذ القرار ٠ أم أنها نتيجة توليفة من أعمال عدد كبير من الأطراف ، وكل منها يعمل وفقا لاهتماماته فى عالم متنافس ٠ وفى الواقع ، قد يتأثر كثير من الأحداث التى نصنفها على أنها طبيعية بأفراد أو تنظيمات أخرى ٠ ويحدث ذلك بصفة خاصة فى مجالات المنافسة على الموارد والمتطلبات الضرورية الأخرى للحياة الحديثة ، وفى مثل هذه الحالة فان الوضع يقترب مما وضعناه تحت عنوان عدم التأكد ٠

٦ــ٥ ٠ اتخاذ القرارات فى ظل حالات أخرى : (١)

قد تكون معلومات القرار كمية غير محددة فيقال أن الانتاج أو الأسعار تزيد

---

(١) د ٠ فريد راغب النجار ، النظم والعمليات الادارية والتنظيمية : (الكويت : وكالة المطبوعات ، ١٩٧٧) ص ٢٨٩ ٠

أو تقل عن مقدار معين ، أو معلومات وصفيه مثل تفضيل سياسه على آخرى وتسمى هـذه بالقرارات الغير محدده • أيضا قد تتخذ القرارات فى ظل ظروف غامضة أو غير مستقرة •

٧ - اتخاذ القرارات والزمن :

تتأثر القرارات بطول الفترات الزمنيه التى ترتبط بها اهداف القرار ونتائجه • فنجد أن القرارات تتناول الاهداف العامه فى الفترات الطويله حيث يوجد متسع من الوقت ولم يتم تخصيص الموارد بعد • وتقوم القرارت بالنسبه للفترات المتوسطة على إمكانية اعداد تنبؤات واجراء تخصيص للموارد بدرجه معقولة •

وأخيراً ، تعتمد القرارات الخاصه بالفترات القصيره على التحديد الدقيق حيث تم تخصيص الموارد فعلا • وفى رأينا ان هناك علاقه عكسيه بين طول الفترات الزمنية والتأكد فى المعلومات حول الظروف المعينه • ونقترح المصفوفة التالية لابراز العلاقة بين حالات الظروف السائده والزمن

الحالة / الزمن	التأكد	الخطر	عدم التأكد
فترات قصيرة الأجل : من أسبوع الى سنة	غالبا	أحيانا	نادرا
فترات متوسطة الأجل اكثر من سنة الى خمس سنوات	أحيانا	غالبا	
فترات طويلة الأجل : اكثر من خمس سنوات	نادرا	احيانا	غالبا

ولا يعتبر هذا التقسيم باتا وقاطعا ، وانما هو بمثابة اطار يساعد فى ادراك العلاقات المختلفه بين حالات الظروف السائدة والزمن ، ثم الاستفادة من ذلك فى تعرف طبيعة المعلومات المتاحه وامكانية التعامل معها • وعادة ماتقسم القرارات من وجهه نظر الزمن الى قرارات الاجل الطويل ، وقرارات الاجل القصير ، ونتناول كل منهما بشئ من الايضاح •

٧ـ١ • قرارات الاجل الطويل :

وقد تسمى قرارات الطاقه وهى ترتبط بتوفير المواد للمشروع وتوجيهها للاصـــول المنتجه من مبانى ومرافق ومعدات ، وتتصف هذه القرارات بخاصيتين :
الأولى ـ أنها تنطوى على تغييرات فى المنتج أو الخدمه التى تقدمها المنشأه •
الثانية ـ أنها تغطى فترة زمنيه طويله نسبيا ، ولذلك فان أفضل اسلوب لقياسها يكون عن طريق التدفقات النقديه المعدله وفقا للزمن •

ويمكن ان تضم القرارات المتعلقه بالجدوى الاقتصاديه للمشروع ، والحجم الأمثل لـه واختيار اساليب وطرق الانتاج فى ضوء المعايير الاقتصاديه والماليه وغيرها ، وتحديـد الارباح المتوقعه والتوزيعات خلال الفتره المقدره لحياة المشروع •

٧ـ٢ • قرارات الأجـل القصير :

وقد تسمى القرارات التشغيليه ، وهى القرارات المتعلقه بالمخرجات والاســعار ، والتوقف المؤقت والاضافات لخطوط الانتاج • ويمتد كل منها لفتره زمنيه قصيره ولذلك يكون تطبيق القيمه الزمنيه للنقود غير جوهرى ، ولا يتضمن أيا منها اضافه او تخفيض هذا فى امكانيات الانتاج ولكنها تهدف الى الحصول على أفضل النتائج الممكنه مـن المـوارد المتاحة

٨ • المعلومات كوسيط لعمليه اتخاذ القرارات :

اتضح لنا مما سبق ان اتخاذ القرارات ينطوى على عمليه معقده بدرجه كبيره يصعب التحديد والوصف الكامل لها ، وهى عمليه دناميكيه ومتطوره وهى بالضروره تقوم علـى المعلومات • فهى عمليه تجميع معلومات تشمل المدخلات والانتـاج والاستخـدام والمخرجات من هذه المعلومات ويتم تحليلها أوتركيبها أو تخزينها وتوصيلها للامام ليكون امام متخذ القرار صـورة المستقبل المتوقعة او للخلف حتى يتم اتخاذ القرارات المرتبطه بوظيفة الرقابة •

وتلعب المعلومات الدور الوسيط فهى المدخلات الوحيدة التى تساعد متخذ القرار فى تصور وضع الاختيار ، وتوضح البيئه المستقبله والعوامل المختلفه المتأثره او المؤثره على نتائج القرار • وتخدم المعلومات كمستودع للخبره الماضيه والعلاقات السابقه بـين الاسباب والنتائج • وتساهم المعلومات فى تطوير نظام التقييم المستخدم فى التحليـل وهى وسيله التعبير عن المخرجات • وخلاصه القول ان المعلومات هى بؤره اتخـاذ القرارات ووسيله كما ان عمليه القرار هى تركيب المعلومات فى صورة اختيارات متاحـه وعمل مقترح •

أسـئلة الفصـل الثانـي

السؤال الأول :

اذكر خطوات عملية اتخاذ القرارات حسب ترتيبها المنطقي مع ذكر عبارة واحدة عن دور المعلومات في كل خطوة منها .

السؤال الثاني :

اختر خطوتين متتاليتين من خطوات عملية اتخاذ القرارات وناقشهما مع التركيز على: أهمية تتابع الخطوتين المختارتين ، المعلومات اللازمة لكل منهما .

السؤال الثالث :

قارن بين اتخاذ القرارات في ظل كل من ظروف الخطر والتأكد وعدم التأكد .

السؤال الرابع :

حدد أيا من العبارات التالية يعتبر صوابا، وأيها يعتبر خطأ، مع تبرير اجابتك فيما لا يزيد على ثلاثة أسطر :

١ ــ تعتبر حالة الطبيعة السائدة التي تؤخذ في الاعتبار واحدة بصرف النظر عن مدى التأكد في مجموعة معينة من المعلومات .

٢ ــ تختلف ظروف التأكد عن ظروف عدم التأكد، ولكن ظروف الخطر تتشابه وتختلف عن ظروف عدم التأكد .

٣ ــ لاعلاقة للزمن بحالات الطبيعة السائدة حيث ترتبط عدد الحالات بالفترات الزمنية بصرف النظر عن طولها .

٤ ــ يتم الاختيار الأمثل وفقا لنفس المعايير بصرف النظر عن حالة الطبيعة السائدة .

٥ ــ تكون المعلومات أكثر تأكيدا في حالة الخطر عن حالة عدم التأكد ، وفي الأخيرة تكون بالضرورة أقل من حالة التأكد .

٦ ــ تعبر حالة الطبيعة السائدة عن حالة خاصة من مجموعة حالات الظروف السائدة في ظل عدم التأكد .

السؤال الخامس :

حدد أيا من العبارات التاليـــة يعتـــبر صوابـــا وأيها يعتبر خطأ مع تبرير اجابتـــك في حدود ثلاثـة أســطر :

١ ـ لا يعتبر اتخاذ القرارات وظيفة مستقلة وهامة لجميع أنواع النشاط الادارى الــــذى تمارسه المنشـــأة ٠

٢ ـ ليس من الضـــرورى أن يكون للمنظمـــة أهداف طالما أنها تحدد استراتيجياتها بدقة ٠

٣ ـ ترتبط السياسات بالمدى الطويل والاستراتيجيات والأهداف الفرعية بالمدى القصـــير عند ما تكون الاهداف العامة محددة بدقة ووضوح ٠

٤ ـ يمثل القرار مجموعة من العمليات المتتاليـــة لاختيار أفضل البدائل المتاحـــة بعـــد تقييمهـــا ٠

٥ ـ درس المدير البدائل المختلفة لحل مشكلة معينة على ضوء تكلفة ومنافع كل منها ، غير أنه رفضها جميعا،فهو غير راغب فى اتخاذ قرار بشأن هذه المشكلة ٠

٦ ـ تساعد المعايير السليمة والواضحة على الاكتشاف المبكر للمشاكل ٠

٧ ـ ان مجرد توافر المعلومات يساعد على تحقيق فاعلية القرار ٠

٨ ـ بعد التعرف على المشكلة بوضوح لا تبدو هناك حاجة الى المعلومات المحاسبية وعلى المدير الناجح اتخاذ القرار بحل المشكلة ٠

٩ ـ لا يمكن الاعتماد بأية صورة على البيانات التاريخية فى اتخاذ القرارات ٠

١٠ ـ عند ما تكون المعلومات كافية والبدائل محددة وتم تقييمها بموضوعية كاملة فان عمليـــة اتخاذ القرار تكون على نفس الدرجة من الموضوعية ٠

١١ ـ القرار الفعال يؤدى الى استهلاك الحد الأدنى من الموارد اللازمة لتحقيق الهدف ٠

السؤال السادس :

حدد أيا من العبارات التالية يعتبر صوابا وأيها يعتبر خطأ مع تبرير اجابتك فيما لا يزيد على ثلاثة أسطر :

١ ـ نظرا لأهمية وشمول الأهداف العامة فانها يجب أن تحدد بوضوح ويعين الزمن اللازم لانجازها فهى تمثل معايير هامة لقياس الانجاز وذلك بخلاف الأهداف الفرعية ٠

٢ ـ تتشابه المنظمات فى أن لكل منها هدف واحد وسياسة واحدة كما أن المعلومات التى تتطلبها محدودة اذا ماكان الهدف واضحا ٠

٣ ـ يعبر القرار عن اختيار واحد من بديلين أو أكثر نتيجة تطبيق خطوات عملية اتخاذ القرار ٠

٤ ـ قرارات المنظمة الواحدة التى يتخذها مدير واحد تكون بنفس الأهمية والتجريد والتحديد وذلك اذا ماتمت خلال نفس الفترة ٠

٥ ـ المشكلة أو الفرصة الواحدة يتخذ لها عدة مديرين نفس القرار اذا ماقدمت لكل منهم البيانات والمعلومات بصورة موحدة ٠

٦ ـ لاتوجد ثمة علاقة بين زمن وموطن المشكلة وتحديدها والتعرف عليها فكلها عناصر تساعد عملية التمييز بين البدائل ٠

٧ ـ لاتعتبر القدرة على تمييز المعلومات الملائمة لمشكلة معينة من العوامل المؤثرة فى عملية القرار بشرط توافر جميع المعلومات عن المركز أو القسم الذى توجد به هذه المشكلة ٠

٨ ـ اذا ماحددت المشكلة من خلال المعلومات الملائمة فانه يسهل التعرف عليها ٠

٩ ـ مهما تعددت الأهداف واختلف الأفراد فلا توجد مشكلة عند اختيار أفضل البدائل المتاحة ٠

١٠ ـ بصرف النظر عن الأهداف والمعايير التى تحكم تقييم البدائل فانه يمكن ترتيبها تنازليا أو تصاعديا بسهولة ٠

الفصل الثالث
الموازنات التقديرية

١ ـ مقدمة :

يهدف التخطيط الى تخفيض عدم التأكد حول المستقبل ، ويتحقق ذلك بتنسيق الخطط والرقابة على المتغيرات المؤثرة حتى يمكن تحقيق أهداف المشروع . وقد تكون بعض هذه المتغيرات خارجيا وبعضها داخليا ، وبالنسبة للأولى فان الادارة تستطيع التنبؤ باتجاهاتها وقوة تأثيرها ، حتى يمكنها تعظيم النتائج الملائمة وتدنية غير الملائمة . أما المتغيرات الداخلية فتشتمل على العوامل المرتبطة بالعمالة والموارد الرأسماليةوخطوط الانتاج وطرقه والتكاليف وغيرها ، وتستطيع الادارة أن تخطط هذه العناصر وتراقبها . وعندما تتحدد أهداف المنشأة تكون الخطوة التالية اتخاذ القرارات اللازمة لتحقيق هذه الأهداف وبالتالى اعداد الموزانات التقديرية ، ولا يقتصر دور الموازنات التقديرية على التعبير عن الخطط وانما تعتبر أساسا للمقارنة مع النتائج الفعلية لتحقيق فاعلية الرقابة . والواقع أن القرار فى مجال نشاط معين يكون آثار على مجالات أخرى ، وعلى سبيل المثال ، فان قرارا يتعلق بالتسعير يؤثر على حجم الانتاج ، ومشتريات المواد الأولية ، ثم التدفقات النقدية . وتؤدى الموازنات التقديرية دورا هاما فى التخطيط والتنسيق والرقابة .

٢ - تعريف الموازنات التقديرية :

تعددت التعريفات التى قدمها الكتاب للموازنات التقديرية، فهى قائمة بالأهداف العامة والفرعية عن فترة زمنية مستقبلة معبرا عنها ماليا ، وهى تتخلل كل مستوى للنشاط محققة تكامل خطط الايرادات وخطط المصروفات والاحتياجات من الأصول واحتياجات التمويل .

ويرى "جاريسون" أن الموازنة التقديرية خطة مفصلة تظهر كيفية اقتناء الموارد واستخدامها على مدار فترة معينة من الزمن ، وهى تعرض خطة للمستقبل معبرا عنها كميا [١] . ويرى الأستاذان "بييرمان" و "دايكمان" أن الموازنة التقديرية تعبير كمى عن الأهداف التي ترغب المنشأة فى تحقيقها والتكاليف اللازمة لبلوغ هذه الأهداف . وفى اعتقادنا [٢] أن الموازنة التقديرية هى خطة مفصلة ومتكاملة توضح فى صورة كمية الأهداف التى تسعى المنشأة الى تحقيقها خلال فترة زمنية مستقبلة، وتبين الوسائل والأساليب والطرق والموارد اللازمة لتحقيق هذه الأهداف ، كما تستخدم كأساس للرقابة خلال فترة تنفيذها . [٣]

---

(1) Don T. Decoster & Eldon L. Schafer, Management Accounting (N.Y. : John Wiley & Sons, Inc., 1979), p. 302.

(2) Harold Bierman Jr. & Thomas R. Dyckman, Managerial Cost Accounting, (N.Y.: Macmillan Publishing Co., Inc., 2nd ed., 1976.

(٣) راجع التعريف الذى قدمه د . عبد الحى مرعى للموازنة التخطيطية فى كتابه : دراسات فى المحاسبة الادارية وبحوث العمليات ، (الاسكندرية : مؤسسة شباب الجامعة ، ١٩٧٤) ، ص ٨ .

٣ ـ بعض المفاهيم والتعريفـات : (١)

٣ـ١ ٠ الموازنـة التقديريـة الشـاملة ٠ Master Budget :

وهى صورة شاملة لأهداف الادارة وخططها المستقبلة وكيفيـة انجازها ، وتتضمن مجموعة كبيرة من الموازنات الفرعية والجداول الملحقة تتحدد من خلالها أهداف المبيعات ، والانتاج ، والمخزون ، والموارد ، والأنشطة المالية ٠ ويمكن أن تبوب بصفة رئيسية الى: الموازنات التقديرية للنشاط الجارى والموازنات التقديرية للموارد ٠

ونتنـاول كـلا منهمـا فيمـا يلـى :

٣ـ١ـ١ ٠ الموازنات التقديرية للنشاط الجارى Operating Budgets :

وتهتم هذه الموازنات بتقدير حجم المبيعات والمصروفات ومستوى الأربـاح الـذى يجب أن تحققه المنشأة خلال فترة الموازنة ، ومعنى ذلك أنها تعبر عن النتائج المتوقعة من عمليات المنشأة ولذلك فهى تسمى أحيانا الموازنة التقديرية التشغيلية ٠

وتشتمل بدورها على عدة موازنات تقديرية للعناصر التاليـة :
المبيعات ، الانتاج ، المواد الأوليـة ، العمل المباشر ، المصروفات الصناعيـة غـير المباشرة ، المصروفات البيعية ، المصروفات الاداريـة ٠
وحينما يبدأ تنفيذها فانها تعتبر بمثابة خطة للأرباح ، ولذلك يطلق عليها أحيانا خطة الأرباح Profit Plan حيث يمكن الاعتماد عليها فى اعداد القائمـة التقديريـة لصافى الدخل Net Income Budget ٠

وتتكون الموازنة التقديرية التشغيلية من جزئين ، موازنة البرامج وموازنة المسئولية، وتظهر كل منهما طريقة التنبؤ بخطة العمليات الشاملة ، ولكنهما يصلان لنفـس صافـى الدخل المتوقـع ٠

---

(١) لأغراض التعرف على أنـواع الموازنات بصفـة عامـة والغرض من كل منهـا ، ارجـع الـى :
د ٠ عبـد الحى مرعـى ، المرجـع السـابق ، ص ١٤ ـ ٢٤ ٠

موازنات البرامج : Program Budgets

تتكون من الايرادات والتكاليف المقدرة للبرامج التى خططت الشركة لتنفيذها خلال السنة ، وقد تعد هذه البرامج على أساس الايرادات والتكاليف لكل خط من خطوط الانتاج · وتفيد هذه الموازنات فى دراسة هوامش الربح للمنتجات المختلفة ، ومدى كفاية برامج الأبحاث والاعلان الخاصة بكل خط من خطوط الانتاج ·

موازنات المسئولية : Responsibility Budgets

تهتم موازنات المسئولية بتحصيل الخطط على أساس الأفراد المسئولين عن تنفيذها · وتعتبر من الأدوات الرقابية الهامة لأنها تمثل قائمة بالأداء المتوقع لكل مركز وبالتالى يمكن مقارنته مع الأداء الفعلى · وعلى سبيل المثال، يجب اعداد موازنة تقديرية على أساس المسئولية لكل قسم تظهر التكاليف الخاضعة للرقابة بواسطة المشرفين بالقسم ·

وقد توجد موازنات برامج تظهر التكاليف المخططة لكل منتج متضمنة التكاليف المباشرة · ولكنها لاتغنى من وجهة نظر الرقابة عن موازنات المسئولية ، وعلى سبيل المثال، اذا كان لدينا مصنع يقوم بانتاج عدة منتجات حيث توجد عدة مراكز مسئولية، فان موازنة البرامج قد لاتكون مفيدة لأغراض الرقابة لأن التكاليف التى تظهرها لاترتبط عادة بمسئولية مديرين معينين · وفى بعض الحالات يمكن أن تسند المسئولية عن برامج معينة الى أفراد بذواتهم ، وفى هذه الحالات تؤدى موازنات البرامج دورها كوسيلة للرقابة ، ومن أمثلتها المشروعات الاستشارية التى تتحدد فيها مسئولية مدير المشروع Project Manager عن انجاز معين أو مرحلة معينة فى المشروع · وعادة ماتتغير التكاليف الكلية لمراكز المسئولية بتغير أحجام الانتاج لاسيما فى مراكز الانتاج وخدماته ، ولهذا يطبق مفهوم الموازنة التقديرية المتغيرة أو المرنة ، وتظهر هذه الموازنة مسلك التكاليف المخططة لمستويات أحجام مختلفة · وحينما تستخدم الموازنة التقديرية المرنة فان التكاليف المرتبطة بحجم معين هى التى تستخدم فى الموازنة التقديرية الشاملة · ويعتبر هو ذلك الحجم الذى خططت الشركة للعمل على انجازه خلال فترة الموازنة التقديرية ·

٣ـ١ـ٢٠ موازنات المــوارد : Resource Budgets

وتهتم هذه الموازنات بتقدير كمية ونوع الموارد المطلوبة لتحقيق النتائــج الــتى تتطلبها الموازنة التشغيلية • وتشتمل هذه الموازنات على : الموازنــة التقديرية للانفاق الاستثمارى ، والموازنة التقديريــة النقديــة • ويمكن بالاعتماد عليهما اعــداد الميزانيــة العموميــة التقديرية ، والقائمة للتقديرية للتغيرات فى المركز المالى •

وتشــتمل موازنات المــوارد علــى :

ـ الموازنة التقديــرية للنقديـــة •
ـ الموازنة التقديريــة للنفقات الرأسمالية •
ـ القائمــة التقديريــة للمركز المالــى •

أ ـ الموازنــة التقديريــة للنقديــة :

وتعبر عن كل الأعمال والانجازات المخططة فى صورة تدفقات نقديــة داخلـــة ، وتدفعات نقديـــة خارجة ، وتساعد الادارة فى التعرف على آثار الخطط المختلفة ، كمــا أنها تساعد فى معرفة الحالة النقدية المتوقعة وبالتالى تخطيط المدفوعــات وســياسات الائتمان وتوقيت الاضافات الرأسمالية واحتياجات القروض وغيرها •

ب ـ الموازنــة التقديريــة للنفقات الرأســمالية :

وهى تمثل قائمة رسمية بالخطط المعتمدة للحصول على الأصول الانتاجية ، وتختلف الموازنة التقديرية للنفقات الرأسمالية عن خطط الأرباح والموازنات الجارية فى أن الأولــى توضع على أساس التنبؤات طويلة الأجل ، المبيعات والانتاج • كما أنه يتم اعتماد الأموال المتاحة سنويا •

جـ ـ القائمــة التقديريــة للمركز المالــى :

وتمثل قائمة تقديرية لموارد المنشأة واستخداماتها فى نهاية فترة الموازنة ، وقــد تسمى الميزانية العمومية المتوقعة ، وهى التى تنعكس فيها آثار العلاقات المتداخلـــة لخطة الأرباح والقرارات التى اتخذت على الأصول والخصوم •

٣-٢-٠ الموازنات التقديرية الثابتة والموازنات التقديرية المرنـة :

قد تعد الموازنات التقديرية وتوجه نحو تحقيق مستوى معين واحد للنشـاط ، وتسمى فى هذه الحالة الموازنة التقديرية الثابتة أو الساكنة Fixed or Static Budget ، وتلائم هذه الموازنة النشاط فى البيئات التى يمكن أن تكون قابلة للتنبـؤات الدقيقة . غير أنه بالنسبة لكثير من المنشآت لايمكن التنبؤ بدقـة بالأنشطة المستقبلية ، ويرجع ذلك لطبيعة الظروف المحيطة والتى تتقلب بحدة من فترة لأخرى ، ولمثـل هذه المنشآت تكون الموازنات الثابتة ذات منفعة محدودة ، وقد يكمن الضعف الرئيسـى فـى عدم قدرتها على توضيح الاختلافات المحتملة للتقديرات المختلفة المستخدمة فى الموازنة .

وقد يتم تقدير التكاليف عند عدة مستويات للنشاط وهذا ماتنطوى عليـه الموازنـة التقديريـة المرنـة Flexible Budget . وتفترض الموازنات المرنة تغير تكاليـف العمل والمواد والمهمات المستخدمة فى الانتاج تبعا للتغيرات فى حجم النشاط . وتفيد الموازنة التقديرية المرنة مفيدة فى أغراض الرقابـة ، كما أنها نافعة لأغراض التخطيط لاسيما فى بيئة غير مؤكدة . وتتوقف دقة الموازنة التقديرية المرنة على التعرف الصحيح على العلاقات بين التكاليف وأحجام الانتاج .

نمـاذج للموازنـة التقديريـة المرنـة : (١)

لاتوضح الموازنات التقديرية الثابتة المدى الموثوق به لتقديرات التكاليف ، ومع أن الموازنات التقديرية المرنة توضح تقديرات التكاليف عند عدة مستويات لحجم النشـاط ، فانها لاتأخذ في الاعتبار وبوضوح احتمال انجاز حجم معين أو تكلفته . وقـد تعـدل الموازنة التقديرية المرنة لتتضمن التقدير الأكثر احتمالا أو التقدير المتفائل أو التقديـر المتشائم . ويمكن اعادة تشكيل المعلومات الناتجة فى نوع من الموازنات التقديريـة المرنة وهى "الموازنة التقديرية المرنة المعدلـة "Modified Flexible Budget وتوضح هذه الموازنة مدى التكاليف والايرادات التى تتوقعها الادارة فى ظل أكثر الظـروف ملاءمة أو أقلها ، بالاضافة الى النتائج المتوقعة مع الظروف الأكثر احتمالا .

(1) Ronald M. Copeland and Paul E. Dascher, Managerial Accounting (N.Y.: John Wiley & Sons, Inc., 1978).

ومع أن الموازنة التقديرية المرنة المعدلة تتضمن معلومات تفوق ماتتضمنه الموازنة التقديرية المرنة التقلدية ، فانها لاتأخذ بوضوح الاحتمال النسبى لتحقيق حجم معين من النشاط او تكاليفة . وعلى سبيل المثال فان احتمالات التقديرات الدقيقة للتكاليف الثابتة الملزمه تكون أعلى من مثيلتها للتكاليف المتغيرة ، ويرجع ذلك لزيادة عدم التأكد المرتبط بالتكاليف المتغيرة . وقد يكمن الحل فى "الموازنات التقديرية الاحتمالية" Probabilistic وهذه تأخذ فى الاعتبار احتمالات حدوث أى عنصر فيها .

٤ــ فترة الموازنة التقديرية :

تعد الموازنات التقديرية التشغلية عادة لتغطى فترة سنه واحدة ، وتقابل فترة هذه السنه مع السنة المالية التى تتبعها المنشأة حتى يمكن القيام بالمقارانات بين الارقام التقديرية للموازنة والنتائج الفعلية . ويقوم كثير من المنشأت بتقسيم سنة الموازنة التقديرية الى اربعة فترات كل منها ثلاثة شهور ، ثم يقسم الربع الاول الى شهورة الثلاث ثم تحدد الارقام التقديرية للعناصر لكل من هذه الاشهر مما يساعد على اعداد تقديرات دقيقة . وتظهر الثلاثة أرباع الاخيرة على اساس اجمالى لكل منها . وحينما يبدأ السنة يتم تحليل ارقام الثلاثة شهور الثانية على أساس كل شهر ، ثم الربع الثالث وهكذا . ويسمح هذا المدخل باجراء مراجعة ثابتة وتقييم مستمر لبيانات الموازنة التقديرية .

وقد تعد الموازنة التقديرية على أساس مستمر ، وهذه الموازنة تغطى فترة اثنتى عشر شهرا ، ولكنه يتم اضافة شهر جديد بعد انتهاء الشهر الحالى ، ويسمح هذا الاسلوب بالمراجعة الدورية علاوة على أنه يأخذ فى الاعتبار فترة تخطيط تغطى سنة كاملة . ولهذا فهى تساعد على استقرار المدى التخطيطى ، وفى هذه الحالة فانها تسمى الموازنة التقديرية المتحركة

وتعد الموازنات التقديرية الرأسماليه لتغطى مديات زمنية طويلة . قد تصل لأكثر من عشرين عاما . وعند اعداد الموازنة قد تكون معلومات السنوات الاخيرة عادة غير دقيقة ولكن هدفها هو التأكد من توافر الأموال اللازمة لكل مراحل التنفيذ عند الحاجة اليها ، وبمرور الزمن تتاح المعلومات المؤكدة عن تكاليف المراحل قبل تنفيذها كما أن الادارة تمارس التخطيط بالنسبة للانفاق الرأسمالى والموارد اللازمة لمقابلتة . وبدون هذا النوع من التخطيط طويل الاجل والمستمر ، قد تفاجأ الادارة بالحاجة الماسة الى شراء آلالات ومعدات أو سداد مبالغ دون ان تكون الأموال المتاحة كافية لمقابلتها .

الجدول الزمنى لاعداد الموازنة :

تتأثر معظم عناصر الموازنه التقديرية التشغيلية بالقرارات أو التقديرات التى تتعلق بالعناصر الاخرى ، وعلى سبيل المثال فأنها جميعا تتأثر بقرارات حجم المبيعات المخطط ومستويات المخزون • وتتأثر الموازنه التقديرية لمشتريات المواد الاولية بحجم الانتاج المخطط وقرارات مستوى مخزون المواد الاولية • ولذلك فانه يجب ان يعد جدولا زمنيا يحدد بعناية نظام اعداد العناصر المختلفة للموازنة التقديرية التشغيلية والتوقيت الزمنى لاكمال كل منها • وبصفة عامة تتبع الخطوات التالية :

١ـ وضع الخطوط المرشدة لاعداد الموازنة التقديرية •
٢ـ اعداد الموازنة التقديرية للمبيعات •
٣ـ اعداد الموازنات التقديرية الاخرى •
٤ـ تنسيق ومراجعة الموازنات المختلفة •
٥ـ اعتماد الموازنة وتوصيلها الى المسئولين عند تنفيذها •

٥ـ ادارة الموازنة التقديرية :

تعد الادارة القائمة الاولية بالاهداف العامة ويتم تفسيرها فى صورة اهداف فرعية محددة بحسب أوجه النشاط الجارى للوحدات الفرعية ، ويعد كل قسم فرعى أو مركز تكلفة خطة الموازنة التقديرية ، وهذه تصبح أجزاء من خطط الموازنات التقديرية لمصانع المنشأة وأقسامها الرئيسية • وعندما تكتمل عملية الموازنة التقديرية فان ارقامها تصبح اساسا لاجراءات رقابة التكاليف ، وقياس الاداء ، وتقييم النتائج واسترجاع المعلومات الى الخلف • ولكى يتحقق هذا النشاط الهام فان مسئولية الموازنةالتقديرية تسند عادة الى مدير الموازنة الذى يكون فى موقع استشارى، كما أنه مسئول عن متابعة الموازنة بالارتباط الوثيق مع المديرين والمشرفين والاخصائيين المتخصصين • ويفضل اعداد دليل لاجراءات الموازنة والعمل المرتبط بها ، بهدف عدم تأثر العملية بدرجة كبيرة نتيجة التغير فى الافراد •

ومن أهم المخرجات الرئيسية لعملية الموازنة التقديرية ذلك التقرير الذى يرسل الى رؤساء الاقسام ملخصا النتائج الفعلية ، وقد تساعد المعلومات التى تتضمنها هذه التقارير فى اعداد المدخلات اللازمة للموازنات المستقبلة •

٦- علاقة الموازنة التقديرية بوظائف الادارة :

٦-١ · الموازنـــه التقديرية والتخـطيط :-

ينطوى التخطيط على تحديد الاهداف الفرعية والتعرف الصحيح على مناطـــق السوق ، والتأثير أو رد الفعل تجاه البيئة التى تعمل فيها المنشأة · كما أن التخطيط ويتضمن استخدام الاساليب والاجراءات حيثما تعد الخطط وتقيم وتعتمد، وهو طريقـــة موضوعية لتجميع وتحليل وتفسير الحقائق وتركيبها فى برامج معينة تهدف لنمو المنشـــأة ، كما أن التخطيط يكون حركيا وليس ساكنا، ولذا تتم مراجعة الخطط كلما تطلبت الظـــروف الواقعية ·

ويبدأ التخطيط بمحاولة التنبؤ بالبيئة الخارجية مع تكييف المنشأة داخليا لتحصـل على أقصى المزايا فى الفرص الخارجية ، وهو عملية مستمرة لان البيئة الخارجية غـــير مؤكدة ، ويمكن أن تتأثر او تتغير بعدد من القوى المختلفة ، ويزداد تعقد عمليـــــة التخطيط بصعوبة التنبؤ بردود الفعل بين ادارات الاقسام ، ومدى تعاونها ، وكيفيـــة تحقق الاتصال مع الادارة العليا ، ومعرفة النتائج المتوقعة من القوى العاملة ، ويعتبر التكيف مع هذه الظروف وسيلة تحقيق الكفاءة والنجاح ·

ويتضمن التخطيط التوجيه والارشاد ويركز عادة على الادارة العليا ، فهى الـتى تستطيع تحديد السياسات والاهداف وتشرف على طريـقة توصيلها الى بقية أفـــراد المنظمة · كما تحدد الظروف الخارجية المتوقعة والاسس التى تستخدم فـى التخطيـط والاتجاهات التى تؤخذ فى الاعتبار عند اعداد البرامج الداخلية · كما تقـــوم الادارة العليا بمراجعة الخطط المقترحة وحل المشاكل الناتجة من تعارض أهداف مـــديـــرى الاقسام ، وتقترح التعديلات وتعتمد الخطط النهائية · وعندما يتم اعداد هذه الخطط وتراجع وتعتمد، فان المراقب المالى يقوم بترجمة الآثار المالية لها على القائمة التقديريـــة للدخل ، والميزانية العمومية المتوقعة ، وتنبؤات رأس المال العامل النقدية والموازنـــة التقديرية والرأسمالية ·

وتعتبر خطة الأرباح المتوقعة (خطة النشاط الجارى) اساسا لاعداد الموازنـــة

التقديرية الرأسمالية ، كما يمكن تحويلها الى الموازنة النقدية ، وعلى ضوء الموارد من الافتراض يمكن تحديد المدى المسموح به للانفاق على البرامج الرأسمالية ، وتصبح الموازنه التقديرية الرأسمالية بذلك عملية التعرف على واختيار المشروعات المقترحة التى تحقق أعظم منفعة للمنشأة ، وبذلك تكتمل الدورة التخطيطية ٠

ولا يمكن ان يكون التخطيط عملية ساكنة ، وحيث يتقدم العمل على اساس الموازنة التقديرية لفترة ملائمة ، فان خططا جديدة يتم اعدادها اذا ماأدت الظروف المتغيرة الى تقادم الخطط الاصلية ٠ ويساعد ذلك فى أن تصبح عملية التخطيط واقعية خلال البيئة السائدة ٠

ويحتاج التخطيط الى أشكال كثيرة ومختلفة من المقاييس لاغراض التنبؤ ولتحويل الاهداف العينية الى اهداف مالية ٠ وتطبق هذه المقاييس لكل الانشطة لان نتيجة عملية التخطيط تتمثل فى ربح مستهدف وبرنامج موازنة رأسمالية ، وينطوى ذلك على تعبير عن الموافقة على استخدام موارد المنشأة لتعظيم الافادة من الفرص الخارجية المتوقعة ٠

٦ـ٢ ٠ الموازنة التقديرية والرقابة :

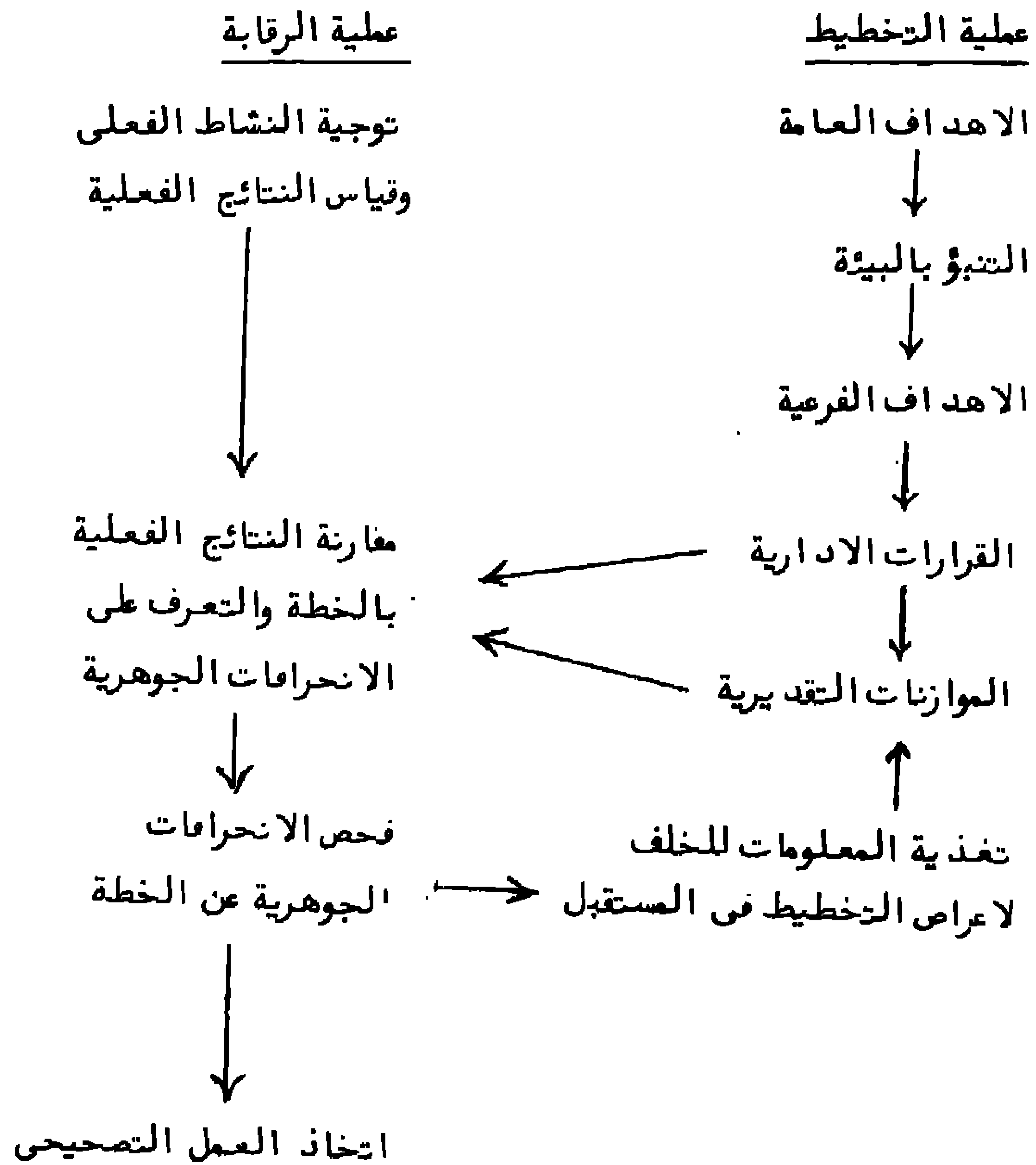
تنطوى الرقابة على الجهد الموجه لمتابعة الخطة حتى يمكن معرفة مدى تحقق الاهداف الكلية للمنظمة ٠ وتتطلب درجة معينة من القبول خلال المنشأة كما تتطلب تكامل عمليات متنوعة ٠ وهى تتعلق ليس بما يجرى داخل المنشأة فحسب ، بل أيضا مع بيئتها الخارجية ٠ وتتضمن استخدام أساليب استرجاع المعلومات الى المخططين لمقارنة النتائج الفعلية بالخطط الاصلية ، وبالنتائج التى يجب أن تتحقق فى ظل ظروف التشغيل الفعلى ٠ وتوجد مؤشرات لكفاءة أداء عملية أو وظيفة معينة، وتتضمن هذه معايير العمل ، معدلات التشغيل ، واحتياجات المواد والنماذج الرياضية وغيرها ٠

ويتضمن تدفق معلومات الموازنة التقديرية ـ الى حد كبير ـ هذه المؤشرات

لتصبح جزءا من الموازنة التقديرية ، كما أنها تخدم كأدوات قياس تهدف للتعرف على مجالات الاداء غير الكفء .

وتعتبر تقارير الرقابة عن طريق الموازنات التقديرية أداة لاسترجاع المعلومات الى الخلف ، وتهدف الى اعلام المستويات الادارية المختلفة بنتائج مقارنة الاداء الفعلي بالخطط وماتدل عليه من مستويات الكفاءة . وعلى ضوئها يتم التركيز على مناطق المشاكل واجراء التصحيح اللازم ، فهي تتضمن الانحرافات والمسئولية عنها .

علاقة الموازنات التقديرية بالتخطيط والرقابة



(١) المصدر Don T. Decoster & Eldon L Shafer:, Op. Cit., p. 301.

٦–٣ • الموازنة التقديرية والاتصال :

تتضمن العملية الادارية فى المنشأة تعقيدات كثيرة ، لانها تنطوى على انجاز اهداف بواسطة الافراد وخلال ظروف بيئية متغيرة ، وتعتمد ممارسة الادارة على توصيل الاهداف والخطط والبرامج لكل الافراد المؤثرين على عمليات المنشأة • وتتطلب الحوار بين المدير والمشرف حتى يمكن فهم المعايير المطبقة فى اعداد البرامج المعتمدة بواسطة هؤلاء المسئولين عن تنفيذها • وتعتبر قيمة فرصة الحوار هذه كافية لتبرير عملية الموازنات التقديرية •

وتبدأ عملية الاتصال بتشكيل الاهداف طويلة الاجل والاهداف متوسطة الاجل ، ويعبر عن هذه الاهداف بمقدار السلع او الخدمات التى تقدمها المنشأة ، ونصيبها من السوق ، السياسات تجاه العملاء والعاملين ، والخطوط المرشدة العامة فى استخدام الموارد • ويمكن توصيل هذه الاهداف خلال الاتصالات الرسمية وغير الرسمية ، وتكون هذه المعلومات مطلوبة لاعداد الخطط المفصلة للنشاط الجارى ، وبعد خطط النشاط الجارى المفصلة لتحقيق النتائج المرغوبة • وتساهم الافكار والمفاهيم والمداخل المقترحة للمسئولين عن الاقسام فى أعداد خطة العمل المقترحة للقسم •

وتراجع الخطط والنتائج المالية فى مقابلات عديدة وهامة بين المسئولين عن الانشطة المختلفة ، وتستمر عملية المراجعة والتعديل حتى تقبل برامج النشاط الجارى والاستثمارى •

٦–٤ • الموازنات التقديرية والتنسيق :

قد يحدث التعارف بين الاهداف الفرعية سواء بين مديرى الاقسام ، أو رؤساء الوحدات داخل القسم الواحد ، وتساهم اللقاءات التى تتم فى مراحل اعداد الموازنة الى إزالة التعارض بين الاهداف الفرعية ، ثم تنسيقها فى اطار الخطة المثلى من وجهة نظر المنشأة كوحدة • وتنطوى الموازنة التقديرية للمبيعات على التنبؤ بآثار المنتجات الجديدة والاتجاهات التنافسية وتغيرات الحجم والسعر ، التغيرات فى مبيعات المناطق المختلفة ، كما أن لهذه الموازنة علاقة مباشرة بموازنات الترويج وبحوث السوق ، واخيرا فهى تعبر عن مستوى النشاط الكلى للمنشأة •

وتقدم موازنة المبيعات اساسا لاعداد موازنات مخزون السلع الجاهزة ، وتتأثر هذه الموازنة بالاحتياجات اللازمة لمقابلة اهداف المبيعات وبالمستوى الأمثل لحجم المخزون ، حيث يعدل الاخير على ضوء المزايا النسبية لمعدلات الانتاج . ويعتمد على معلومات حجم ومستلزمات الانتاج لاعداد الموازنات التقديرية للمواد الاوليةوالعمل المباشر .

وترتبط الموازنات التقديرية للمصروفات الاضافية بالمستويات المختلفة من النشاط ، كما يتم احتساب عناصرها على أساس مسلك عناصر التكاليف ومستوى النشاط .

٧- الجوانب السلوكية فى الموازنات التقديرية :

اتضح لنا مما سبق ان الموازنات التقديرية أداة تخطيطية فعالة فهى تعبر عن المخرجات المتوقعة للانشطة المستقبلة . ولا يكفى بالطبع أن نعد الموازنة التقديرية ، بل يجب أن نتبع فى التنفيذ حتى تتحقق الاهداف . وتقدم الموازنة التقديرية أساسا للرقابة بما تتضمنة من تحديد للاهداف ومعايير لقياس الانجاز ، كما انها تساهم فى توصيل الأهداف الى المستويات المختلفة في المنظمة وبنفس الدرجة توصل للادارة العليا المشاكل والقيود المرتبطة بالتنفيذ . وعلاوة على ذلك فان الاعداد الصحيح للموازنة يؤدى الى تحقيق التنسيق وجعلها اداة للتحفيز . وقد بدأ الاهتمام بدور الموازنات التقديرية كاداة لرقابة التكاليف ، حيث تعتمد رقابة التكاليف على المقارنة بين النتائج الفعلية والموازنات التقديرية التى تعبر عن الاهداف المخططة للفترة المعينة . وخلال مراحل تطور الموازنات التقديرية تم التركيز على تطوير اساليب تحليل الانحرافات بهدف زيادة قدرة الادارة على ممارسة دورها فى رقابة الاداء ، ودعم هذا الاتجاه زيادة درجة اللامركزية فى المنشأة وتطبيق مفاهيم مراكز التكلفة والاهتمام بالرقابة على الموارد .

وقد ساد الاعتقاد انه كلما زادت الادارة من تطبيق الاساليب الجديدة للرقابة وتطويرها زاد احتمال تحقيق النجاح فى رقابة التكاليف وأنعكس ذلك على زيادة كفاءة الاداء . واذا ادركنا إرتباط عملية الموازنة التقديرية بالمستويات المختلفة فى المنظمات ،

وأيضا بالافراد داخل المستوى الواحد ، فيجب أن لانتوقع تحقيق النتائج المرغوبة بالاكتفاء بتطبيق الاساليب ، وعلينا ان نأخذ في الاعتبار اضافة بعد جديد وهو العوامل المحفزة للسلوك الانسانى • ولاشك ان اهتمام الادارة بالمقاييس التقليدية للايرادات والمصروفات والارباح وأنحرافات التكاليف والمخرجات قد تؤدى للمكاسب الاقتصادية فى المدى القصير على حساب الاهداف الطويلة الأجل • أيضا فان الاخفاق فى التعرف على آثر اساليب الرقابة قد يؤدى ألى آثار سلبية على الروح المعنوية والولاء والثقة بين العاملين •

ونتناول فيما يلى بعض المشاكل السلوكية المرتبطة بالموازنات التقديرية :

١ ـ مشكلة التعارض بين وظائف الموازنة :

كما أن وظائف الادارة واضحة من ناحية ، فانها من الناحية الاخرى عديدة مما يؤدى للتعارض ، وأهم مظاهر التعارض بين التخطيط والتحفيز ، بين التحفيز والتقييم وتوضع تقديرات الموزانه على أساس النتائج الاكثر احتمالا بأعتبارها تقدير للاعمال المستقبلة ، واذا اعدت كذلك فقد تنطوى على بعض الحوافز • واذا زادت قيمة التقديرات بدرجة كبيرة بهدف زيادة الاداء ، فان هناك خطر فى أن الاداء يكون ادنى الاهداف وقد يكون استخدام موارد المنظمة أقل مما ينبغى ولذلك آثره على الربحية وعندما يتقبل الأفراد الموازنة على أنها غير قابلة للتحقيق فأنهم لايستخدمونها وبالتالى لايكون لها دورا محفزا • يظهر التعارض بين التحفيز والتقييم عندما ينظر الى الموازنة باعتبارها معايير ثابتة يقيم على أساسها الاداء ، وأن المسئولين سوف يبذلون جهدا كادحا لتحقيق أهدافها اذا علموا مقدما الآثار السلبية لاخفاقهم • وعلى كل فانه لاغراض التقييم يجب أن تكون اهداف الموازنة التقديرية قابلة للتحقق وممكنة فى ظل الظروف السائدة • وقد يترتب على ذلك تعديل بعض المعايير بتخفيض قيمتها عند الانجاز بدعوى أن هناك ظروف خارجة عن رقابة المسئول • وفى هذه الحالة يكتشف المسئولون أسلوبا لتخفيض تقديرات الموازنة فى وقت التقييم ، وعلى ذلك لايمكن القول

أنهم ملتزمون تماما بتحقيق أهداف الموازنة .

ولكى يكون للموازنات دورها فى المقارنة فيجب أن تتبع نفس الأسس فى تجميع البيانات وتحليلها وتلخيصها والتقرير عنها . ويمكن أن يترك لمديرى الوحدات الفرعية أعداد التنبؤات لانهم ملازمون لمصادر هذه البيانات ، وهم مستمرون فى تحمل مسئولية تنفيذ الموازنة . وتخلق عملية تجميع مختلف البيانات من أسفل الى أعلى حافزا للحصول على بيانات اكثر دقة . وعلاوة على ذلك ، فان هذا المدخل بجانب مايقدمه من تدعيم لعملية المشاركة فى وضع الخطط ، فانه يؤدى لزيادة التزام مديرى الوحدات الفرعية بأهداف الموازنة ، ونتيجة هذا أن يصبح دور الموازنة فى التحفيز والتقييم أكثر فاعلية .

٢ــ بعض المشاكل المرتبطة بسلوك الافراد :

نتناول فيما يلى مجموعة من المشاكل السلوكية التى ترتبط بنظرة الافراد للموازنة التقديرية :

أــ قد يشعر المرؤوسون أن الموازنات التقديرية قد وضعت لارغامهم على مستويات أداء معين ، ومن ثم فانهم يتشككون فى مقاييس الاداء التى تنطوى عليها الموازنة .

ب ــ يشعر البعض أن اعداد الموازنات التقديرية يحد من دورهم القيادى ولذلك لا يرحبون بها .

جـ ــ عندما يشعر رئيس قسم ما أن الموازنة التقديرية تمثل تعديا على سلطته بتجديد قدرته على استخدام الموارد وجدولة العمل والمواد ، فانه يقدم معلومات مضللة فى مرحلة اعداد الموازنة وعندما تصل اليه لا يستخدمونها .

د ــ عندما يشعر المشرفون بضغط كبير بقبول الالتزام باهداف الموازنة، فان ذلك قد يؤدى الى محاولة التنصل من المسئوليات بالقاء بعضها على الاقسام الاخرى، واحيانا اثارة التساؤلات حول مدى صحة بيانات الموازنة التقديرية .

هـ ــ اجراء المقارنات بين اداء الاقسام بصورة غير صحيحة ، مثل التغاضى عن آثار التداخل بين الاقسام والاقتصاديات المرتبطة به ، مما يوجد الاحتكاك بين المشرفين وبعضهم أو بينهم وبين المحاسبين .

و- يشعر بعض الافراد ان ربط آرائهم بالموازنة التقديرية يحرمهم من ابراز قدراتهم التى يؤمنون أنها خلاقة ٠

ولكى تكون الموازنات التقديرية اداة فعالة فيجب أن تدعمها الادارة العليا لتصبح اداة ايجابية لمساعدة المنشأة فى اعداد المعايير لقياس النتائج ، وان يكون العمل نحو الاهداف القصيرة الأجل والطويلة الأجل ٠ ولعله من الافضل ان تبيع الادارة العليا فكرة الموازنة التقديرية للمستويات المختلفة فى المنظمة خلال فترة ملائمة من الزمن ٠ ولاشك أن من أهم عوامل النجاح أن يشعر العاملون أن الموازنة مصممة للمساعدة فى تحقيق أهدافهم واهداف المنشأة معا ، ذلك لان اتجاهات الافراد فى المستويات الادارية المختلفة بالنسبة للموازنة سوف يكون الى حد كبير انعكاسا لاتجاههم نحو الادارة العليا ، وانعكاسا أيضا للطريقة التى تستخدم بها الادارة بيانات الموازنة التقديرية.ومن ناحية أخرى فان الالتزام المتضمنه اهدافا خاصة يكون أسهل ٠

ويجب ان تستجيب الادارة للآراء الرشيدة التى يبديها المسئولون ٠ وعلى سبيل المثال ، عندما يطلب المسئول تعديل بعض تقديرات الموازنة مع تقديم مبرر مقبول مثل عدم قدرة العمال على الانتاج ، فان الادارة الناجحة تعدل أهدافها فى مثل هذه الظروف ولو أدى ذلك لتعديلات أخرى ٠
واذا اوضح مدير قسم أن قدرات عماله تفوق الاهداف الموضوعة له ، فان اهمال ملاحظته قد يؤدى الى عدم الاستخدام الامثل لمورد هام ، وقد تزيد نسبة الغياب بين هؤلاء العمال مؤدية لمضاعفات أخرى ٠

وقد تكون عملية المشاركة فى اعداد الموازنات التقديرية علاجا لكثير فى المشاكل السلوكية المرتبطة بها ٠ وتبنى هذه العملية على أنه اذا تم المشاركة فى وضع أهداف ومستويات الانجاز والتضحيات اللازمة لتحقيقها فان المشاركين فى اعدادها سوف يقبلونها باعتبارها أهدافهم ٠ ويجب أن يشعر الافراد ان اراءهم مطلوبة وان عليهم أن يقدموا معرفتهم وخبرتهم ٠ وقد يكون من الممكن أن تتم المشاركة على مستوى جميع

العاملين فى المنشأة ، ويترتب على ذلك أنهم ينضمون معا لتحقيق الاهداف التى شاركوا فى أرسائها .

ويعطى الاسلوب للافراد الفرصة لاختبار قدرتهم وحرية اختيارهم ، كذلك يمكن ان تتضمن عملية الموازنة دراسة الظروف الداخلية للمنظمة بجانب الظروف البيئية الخارجية . وقد يعاب على هذا الاسلوب تشعب المناقشات وماقد يحدث من تأخير ، وأحيانا تبرز اختلافات يصعب التخوق بينها . ويجب تتعرف الادارة على الاهداف ومستويات الانجاز التى يمكن تطبيق أسلوب المشاركة فى صيانتها . ويجب أن نهتم بالحوافز الايجابية التى ينتج من الرغبة فى الاعمال التى تقدم فرصا للتحدى أوالاستمتاع بها . أو التعلم منها أو التقدم .

٩ـ استعراض نماذج الموازنات التقديرية للنشاط الجارى :

٩ـ١ . الموازنة التقديرية للمبيعات :

يبدأ نظام الموازنات التقديرية بتقدير المخرجات المطلوبة فى المشروع ، والتى تقاس بالسلع والخدمات التى سيتم بيعها . ويتم تحديد المبيعات على أساس مايستوعبه السوق أى الطلب وماتسمح به الطاقة الانتاجية والموارد الأخرى أى العرض ويستخدم التنبؤ لتقدير حجم المبيعات المحتملة ، ويسترشد بعدد من العوامل مثل الخبره الماضية عن أحجام المبيعات ، سياسة التسعير ، وبحوث التسويق ، الظروف الاقتصادية للصناعة ، والمؤشرات الاقتصادية والترويج والمنافسة ونصيب المنشأة فى السوق

وعادة ماتكون المعلومات المتاحة لدى المنشأة جزئية وعليها أن تتجه الى البحوث التسويقية للحصول على بيانات السوق . ويختلف التنبؤ بالمبيعات عن الموازنة التقديرية للمبيعات ، حيث لايمثل التنبؤ سوى تعبير عن عوامل لاتقترن بعمل ايجابى ،وعلى العكس فان الموازنة التقديرية للمبيعات قد تظهر زيادة جوهرية مخططة فى المبيعات ، تعكس غرض الادارة فى اضافة عدد من رجال البيع وزيادة نشاط الاعلان وترويج المبيعات وأن

تضيف الى أو تعدل تصميم المنتج .

ويقترن اعداد الموازنة التقديرية للمبيعات باعداد موازنة تقديرية للمصروفات البيعية ، ذلك لان حجم وطبيعة الجهود الموجهة لتحقيق اهداف المبيعات تنعكس فى الموازنة التقديرية للمصروفات البيعية .

٩-١-١ التنبؤ بالمبيعات :

يجب أن يبدأ نظام الموازنات التقديرية بتقدير المخرجات المطلوبة فى المنشأة وتقاس المخرجات بمبيعات السلع والخدمات وهى عبارة عن توليفة تمثل مايمكن أن يستوعبة السوق (الطلب) ، ومايمكن أن تسمح به طاقة المنشأة وهيكل تكاليفها (العرض) . ويمكن الحصول على تقديرات المبيعات أو اعداد منحنى الطلب لتقديرالمبيعات المحتملة .

وتعتمد مبيعات منشأة ما على عوامل كثيرة ، وغالبا مايتم التركيزعلى عامل السعر وقد تكون بعض العوامل غير السعرية مثل خدمات العملاء والترويج لها آثار تفوق أثر السعر . وفى الواقع فان كل منشأة يجب أن تعرف أثر العوامل الملائمة على مبيعات المنتج متضمنة أثر السعر والترويج والخدمات الى العملاء . وغالبا نجد ان لدى المنشأة معلومات جزئية فقط ولهذا تستعين ببحوث السوق . ويمكن استخدام مدخلين : الاول المدخل الكلى ويعتمد على اعداد نموذج للتنبؤ بالحجم الكلى للمبيعات ، الثانى هو المدخل الجزئى حيث يتم التنبؤ بالمبيعات على اساس المنتجات أو العملاء أو المناطق أو رجال البيع ثم تجمع هذه التقديرات الفردية فى اطار شامل .
ونتناول كليهما فيما يلى .

أ- المدخل الكلى :

عندما تكون المنشأة محظوظة فانه يكون لديها صورة لمنحنى الطلب على سلعها ومعرفة بهيكل التكاليف الخاصة بها . ومن الصعب اعداد منحنى الطلب ان لم يكن مستحيلا من الناحية العملية . ونادرا مايكون لدى المنشأة معرفة موثوق بها سوى لجزء ضئيل جدا من منحنى الطلب . وتعتبر بحوث التسويق احدى الوسائل لاعداد المعلومات عن السوق حتى يمكن رسم صورة لمنحنى الطلب .

وتتضمن بعض الطرق الأخرى اعداد نموذج رياضى يصف العلاقات بين المتغيرات الملائمة ومبيعات المنشأة • وقد يستخدم تحليل الانحدار البسيط لقياس العلاقة بين مبيعات المنشأة باعتبارها المتغير التابع ، وأحد المتغيرات الأخرى الملائمة التى تعتمد عليها المبيعات ، والتى تمثل المتغير المستقل • وفى الواقع فان المتغير المستقل سوف يسبق التغيرات فى المبيعات ، كما يمكن الاعتماد على تحليل الانحدار لتقدير المبيعات المتوقعة فى الفترة المقبلة على ضوء تغيرات العامل المستقل فى الفترة الحالية •

وعندما تتأثر المبيعات باكثر من متغير فانه يستخدم تحليل الانحدار المتعدد ، الذى يقدم فى صورة رياضية العلاقات بين المبيعات والمتغيرات العديدة.وفى بعض الاحيان يكون من الممكن أن نعبر جبريا عن منحنى الطلب ، ويتوقف ذلك بطبيعة الحال على حجم ونوع المعلومات المتاحة ، وسوف نستعرض نموذجين :

النموذج الاول : قد تتخذ دالة الطلب شكل العلاقة المبسطة التالية :

س = ى ــ ب ك

حيث :

س: سعر بيع الوحدة

، ك : عدد الوحدات المباعة فى كل فترة •

، ى : ثابت تتضمن كل العوامل التى تدخل فى تحديد شكل منحنى الطلب •

ب : وزن يعبر عن أهمية السعر بالنسبة لعدد الوحدات التى يمكن بيعها •

النموذج الأول :

بمراعاة التعريفات السابقة افترض أن دالة منحنى الطلب على مبيعات منشأة ما من منتج معين تأخذ الشكل التالى :

س = ١٠٠ ــ ½ ك

يمكن تحديد الايرادات الكلية على أساس : السعر × الكمية

الايرادات = ك × س

= ك (١٠٠ ــ ½ك)

الايرادات = ١٠٠ ك — ½ ك ٢

ومن هذه المعادلة يمكن اعداد جدول الايرادات الكلية المتوقعة عند الاحجـــام المختلفة أو الكميات التى يمكن بيعها ٠

على سبيل المثال ، افترض أننا مهتمون بفحص أحجام المبيعات التى يمكن أن تحققهـا الشركة فى المثال السابق ، فانه يمكن تحديدها بالاعتماد على العلاقات السابقة كمـا يلى :

الايرادات الكلية عند الاحجام المختلفة من المبيعات

س = ١٠٠ — ½ ك

الكمية (وحدات)	الايرادات الكلية (١٠٠ك — ½(ك)٢) جنيه
١٠	٩٥٠
٣٠	٢٥٥٠
٥٠	٣٧٥٠
٧٠	٤٥٥٠
٩٠	٤٩٥٠
١٠٠	٥٠٠٠
١٢٠	٤٨٠٠

ويتم بيع كل من الكميات المختلفة بسعر معين تحدده معادلة منحنى الطلب ، فعند حجم مبيعات ٥٠ وحدة يمكن تحديد سعر بيع الوحدة على النحو التالى :

معادلة منحنى الطلب: ١٠٠ — ½ ك

س = ١٠٠ — ½ x ٥٠ = ٧٥ جنيه

ولذلك فالايرادات الكلية الناتجة :

٥٠ وحدة x ٧٥ جنيه = ٣٧٥٠ جنيه

ونحن هنا لانقدم حلا شاملا لمشكلة تخطيط المبيعات ، ولكننا قريبين منها بدرجة أكبر، لأن الهدف هو بيع كمية الوحدات المحتمل أن تحقق اعلى الأرباح.وليس هذا الهدف مطابـق

بالضرورة لتحقيق أعلى ايرادات ٠

النموذج الثانى : فى بعض الحالات نجد عدة عوامل تؤدى للتغيرات الجوهرية فى مبيعات السنوات المختلفة ، وفى هذه الحالة يلزم فصل أثر كل من هذه العوامل وتحديد اتجاه ومدى الاثر الذى يسببه كل عامل ٠ والمثال التالى يوضح هذه الفكرة ٠

تمتلك أحدى المنشآت مصنعا لمواد البناء ، وقام المحاسب الادارى للمصنع بدراسة الطرق الممكنة للتنبؤ بالمبيعات ، وباستخدام الطرق الاحصائية أمكن تحديد المتغيرات الجوهرية المؤثرة فى حجم المبيعات على النحو التالى :

١ــ النمو السنوى السكان فى منطقة البيع (ن س)

٢ــ النمو السنوى للدخل الفعال (م د)

٣ــ المساحة التى يخدمها منفذ التوزيع (ح ت)

والوزن أو الاهمية النسبية لها مقاسا بحجم مبيعات هو : أ ، ب ، جـ ٠ على التوالى ٠

٤ــ مقدار العامل الثابت الذى يمثل محصلة العوامل الاخرى المؤثرة فى الكمية المباعة والتى لم يمكن التعرف عليها بوضوح : ث

وقد اتضح أن اثر العامل الثالث سالبا ، بينما ان اثر العوامل الاخرى موجبا وتظهر الدالة على النحو التالى :

$$ك = ث + {}^{أ}ن\,س + {}^{ب}م\,د \quad {}^{جـ}ح\,ت$$

حيث : ك = الحجم المقدر للمبيعات ٠

وتوضح المعادلة السابقة أنه تم استخدام النمو السكانى ، باعتباره مؤشرالعدد المساكن الجديدة التى يتم بناؤها ، وقد يستخدم الأساس الاقليمى اذا ما أتيحت المعلومات . ويساعد هذا الاسلوب فى تخطيط توزيع المبيعات بين الاقاليم المختلفة

وفى هذا النوع من التنبؤ تم التعرف على محددات الكمية ثم الاهمية النسبية معبرا

عنها بالاوزان ، ومن الواضح أن هذه المعادلة تغفل أثار الجهود الترويجية المختلفة ، كما أنها تهمل عامل السعر فعلينا أن نتوقع أية مع زيادة السعر يقل حجم المبيعات ٠

واذا اتيحت المعلومات التالية عن الشركة السابقة لعام ١٩٨٢

١ـ الاهمية النسبية لنمو السكان كنسبة فى المبيعات المقدرة تتحدد على أســـاس (معدل النمو × نسبة التحرك للمساكن الجديدة) ٠ ويبلغ معدل نمو السكــان ٢٪ ويتحرك مايعادل نصف الزيادة الى مساكن جديدة ٠

٢ـ يتوقع زيادة دخل السكان بمقدار ٣ مليون جنيه خلال عام ١٩٨٢ يوجه منهـــا ٣٪ لبناء قرى سياحية على الشواطئ ٠

٣ـ يغلق أحد منافذ التوزيع اعتبارا من نهاية اكتوبر ٨١ ، وتقوم الاربعة منـــاطـــق الباقية بتصريف مبيعات الشركة ، ويقدر ان تقل المبيعات بما يعادل ٢٠٠ جنيه عن كل كيلو متر يضاف لمنطقة الفرع من المنطقة الكلية البالغة ٥٠٠ كيلو متر مربع٠

٤ـ بخلاف العوامل السابقة يتوقع أن تبلغ قيمة المبيعات التى لاتتأثر بأى من العوامل السابقة ٢٢٧٫٠٠٠ جنيه ٠

وباستخدام الدالة السابق استعراضها والمعلومات السابقة يمكن تقدير المبيعات علـى النحو التالى :

ك = ث + أ ن س + ب م د ـ ج ح ت

= ٢٢٧٠٠٠ + ٢٠ر × ٥ر × ك + ٣٪ × ٣٠٠٠٠٠٠

ـ ٢٠٠ × ١٠٠

= ٢٢٧٠٠٠ + ٠١ر ك + ٩٠٫٠٠٠ ـ ٢٠٫٠٠٠

∴ ٩٩ر ك = ٢٩٧٠٠٠

ك = (١٠٠ × ٢٩٧٠٠٠) / ٩٩ = ٣٠٠٫٠٠٠ جنيه

** ويوجد مدخل كلى اخر يتمثل فى نصيب المنشأة فى سوق الصناعة أو الخدمة ٠ وتصبح هذه التقديرات متاحة من خلال الهيئات الحكومية المتخصصة ، أو عن طريق الدرسات التى تعدها الجامعات ، أو الجمعيات التجارية أو الصناعية ٠

وفى بعض الحالات لايمكن الحصول على تنبؤات مباشرة بالمبيعات ، غير أنه يكون من السهل اشتقاقها · وعلى سبيل المثال ، فان مبيعات كاتم الصوت اللازم للسيارات الجديدة يرتبط بعدد السيارات التى يتم انتاجها ، واذا تم التنبؤ بالمبيعات الكلية للسيارات ، فانه يمكن للمنشأة أن تقدر مبيعاتها نتيجة التنبؤ بنصيبها فى السوق ·

ومثال آخر ، اذا كانت مبيعات دواء معين بمعرفة أحدى الشركات تبلغ ١٠٪ من حجم السوق الكلى ، وأن كل انواع الدواء ترتبط بعلاقة ايجابية تعادل ١٪ من دخل الافراد القابل للانفاق ، فيمكن للمنشأة استخدام التنبؤات الحكومية للدخل الفردى القابل للانفاق لتقدير مبيعات الدواء المقدر ونصيب الشركة فيها ·

وفى بعض الصناعات توجد درجة قوية من العلاقات ، فلا يتحول العملاء من بائع لآخر لشراء العناصر المعينة · وفى هذه الحالة ، فان توزيع مبيعات السوق الكلى قد يكون مستقرا ، وتسترشد المنشأة فى هذه الحالة بمبيعاتها السابقة علاوة على دراسة نمو الحجم الكلى للسوق ·

ب — المدخل الجزئى :

يعتبر رجال البيع فى المنشأة من المصادر المحتملة للمعلومات حول المبيعات المستقبلة، وتتنوع خبرة رجال البيع فبعضهم لديه معلومات محدودة وغيرهم متخصصون فنيون يتعرفون بصورة دقيقة على طبيعة احتياجات العملاء · وعن طريق العلاقات الطيبة مع العملاء يستطيع رجال البيع التعرف على السوق والتنبؤ بالمبيعات مع درجة عالية من الدقة · ويمكن اعداد التنبؤ بالمبيعات الكلية للمنشأة على أساس تجميع تقديرات رجال البيع وفقا للمناطق أو المنتجات ، غير أنها قد تمثل الاهداف الخاصة لرجال البيع أحد مصادر الضعف المحتملة فى هذه التنبؤات · والمثال على ذلك أنه اذا كانت التنبؤات تستخدم كمقاييس للاداء فقد يحاول رجل البيع وضع تقديرات منخفضة حتى يظهر نجاحه ومن ناحية أخرى ، قد لا يكون حجم المبيعات أساسا لقياس اداء رجل البيع وبالتالى فان تقديراته قد تعبر عن آماله دون تقدير موضوعى لظروف السوق · ولا يشترط أن تختار المنشأة إما المدخل الكلى أو المدخل الجزئى للتنبؤ بالمبيعات ، فيوجد الكثير من

المنشآت التى تستخدم المدخلين معا على الرغم من ملاءمة كل منها لانواع معينة من المنتجات ، وذلك بهدف الوصول الى تنبوءات سليمة .

يقوم التنبوء بالايرادات وتخطيطها على بيانات كمية . ويتم الاعتماد على المعلومات المحاسبية عن مبيعات السنوات السابقة وتبويبها على أساس العملاء أو المنتجات أو المناطق . ونظرا لوجود العوامل الخارجية التى لاتخضع لرقابة المنشأة ، فان العوامل التى تحدد الايرادات أو تدخل فى تخطيطها تتطلب استخدام البيانات غير المحاسبية والتى يتم الحصول عليها من خارج المنشأة .

٩-١-٢ اعداد الموازنة التقديرية للمبيعات :

بعد ان تناولنا التنبوء بالمبيعات فاننا نقدم المثال التالى :

تقوم شركة النجاح بتطبيق نظام الموازنات التقديرية ، وتقوم الشركة بانتاج منتج وحيد يباع بسعر ٧٥ جنيه للوحدة ، كما يتم البيع فى أربعة مناطق : أ ، ب ، جـ ، د ونصيبها من مبيعات الشركة ٣٢٪ ، ٢٠٪ ، ٢٥٪ ، ٢٣٪ ، على التوالى .

وقدرت المبيعات الاجمالية لعام ١٩٨٢ بما يعادل ٦٠٠٠ وحدة موزعة بين الفترات الربع سنويه بنسبة ٢: ٣: ٤: ٣ وفقا للترتيب الزمنى .

نحدد نصيب كل فترة (ربع سنة) ثم نقوم بتوزيعه بحسب المناطق المختلفة على النحو التالى :

الربع الاول :

حجم المبيعات خلال الربع الأول = $\frac{٢}{١٢}$ × ٦٠٠٠ = ١٠٠٠ وحدة

مبيعات المنطقة (أ) = ٣٢٪ × ١٠٠٠ = = ٣٢٠ وحدة

مبيعات المنطقة (ب) = ٢٠٪ × ١٠٠٠ = ٢٠٠ وحدة

مبيعات منطقة (جـ) = ٢٥٪ × ١٠٠٠ = ٢٥٠ وحدة

مبيعات منطقة (د) = ٢٣٪ × ١٠٠٠ = ٢٣٠ وحدة

ويمكن اجراء نفس العملية بالنسبة لكل فترة وسوف نحصل فى النهاية على الميزانية التقديرية للمبيعات على أساس الحجم على النحو التالى :

شـركة النجـــاح

العوازنة التقديريـة للمبيعات لعام ١٩٨٢ (وحدة)

المنطقة :	أ	ب	ج	د	اجمالـــى
ربع السـنة :					
الأول	٣٢٠	٢٠٠	٢٥٠	٢٣٠	١٠٠٠
الثانى	٤٨٠	٣٠٠	؟	٣٤٥	١٥٠٠
الثالث	؟	٤٠٠	٥٠٠	؟	٢٠٠٠
الرابع	٤٨٠	؟	٣٧٥	٣٤٥	؟ (١)
اجمالـــى	؟	١٢٠٠	١٥٠٠	؟	٦٠٠٠

ويمكن اعداد العوازنة التقديرية للمبيعات على أساس قيمة المبيعات :
(بضرب عدد الوحدات فى سعر البيـــع) ٠

شـــركة النجـــاح

العوازنة التقديرية للمبيعات لعام ١٩٨٢ (بالجنيهات)

المنطقـة :	أ	ب	ج	د	اجمالـــى
ربع السـنة :					
الأول	؟	١٥٠٠٠	١٨٧٥٠	١٧٢٥٠	٧٥ر٠٠٠
الثانى	٣٦٠٠٠	؟	٢٨١٢٥	؟	١١٢ر٥٠٠
الثالث	٤٨٠٠٠	٣٠٠٠٠	؟	؟	١٥٠ر٠٠٠
الرابع	٣٦٠٠٠	؟	؟	؟	١١٢ر٥٠٠
اجمالى	؟	؟	؟	؟	٤٥٠ر٠٠٠

كما يمكن اعداد العوازنة التقديريـة فى صورة مجمعة على أساس الكميات والقيمة وتظهـــر كمـا يلـــى :

(١) على الطالب أن يكمل الجداول الناقصـة ٠

٩ـ٢ ٠ الموازنة التقديرية للانتاج :

بعد اعداد الموازنة التقديرية للمبيعات ، فانه يتم تحديد الانتاج المطلوب ويجب أن تتاح السلع الكافية لمقابلة المبيعات بالاضافة الى تكوين المخزون المرغوب فيه آخر الفترة ٠ وعادة مايوجد جزء من هذه السلع لدى المنشأة مكونا مخزون أول الفترة أما الباقى فيتعين انتاجه ٠ ولذلك فانه احتياجات الانتاج لفترة معينة تتحدد على أساس :

	وحدة
المبيعات	xxxx
+ مخزون آخر الفترة	xx
= مجموع السلع المطلوبة خلال الفترة	x x x x
ـ مخزون أول الفترة	x x
= الانتاج	x x x x

مثال :

باستخدام بيانات المثال السابق عن مبيعات شركة النجاح خلال عام ١٩٨٢ ، وبافتراض أن المخزون آخر الفترة يقدر بما يعادل ١٠٪ من مبيعات الفترة التالية، فان الموازنة التقديرية للانتاج تظهر كما يلى :

(قدرت مبيعات الربع الاول من عام ١٩٨٣ بما يعادل ١١٠٠ وحدة) ٠

شركة النجاح

الموازنة التقديرية للانتاج لعام ١٩٨٢

ربع السنة :	الاول	الثانى	الثالث	الرابع	السنة وحدات
المبيعات(وحدات)	١٠٠٠	١٥٠٠	٢٠٠٠	١٥٠٠	٦٠٠٠
زائدا : مخزون اخر الفترة	١٥٠	٢٠٠	١٥٠	١١٠	١١٠
مجموع الاحتياجات من وحدات الانتاج التام	١١٥٠	١٧٠٠	٢١٥٠	١٦١٠	٦١١٠
ناقصا : مخزون اول الفترة	١٠٠	١٥٠	٢٠٠	١٥٠	١٠٠
الانتاج (وحدات)	١٠٥٠	١٥٥٠	١٩٥٠	١٤٦٠	٦٠١٠

شـــركة النجـــاح

الموازنـــة التقديرية للمبيعات عام ١٩٨٢

ربع السنة	الاول	الثانى	الثالث	الرابع	اجمالى السنة
المبيعات (وحدات)	١٠٠٠	١٥٠٠	٢٠٠٠	١٥٠٠	٦٠٠٠
سعر بيع الوحدة: ٧٥					
المبيعات (قيمة)	٧٥٠٠٠	١١٢٥٠٠	١٥٠٠٠٠	١١٢٥٠٠	٤٥٠ر٠٠٠

ويقترن اعداد الموازنة التقديرية للمبيعات باعداد جدول المتحصلات النقدية من المبيعات ، وتتوقف قيمة المبالغ المحصلة فى كل فترة على توزيع المبيعات بين آجل ونقدى وشروط البيع بالآجل .

وافترض ان شركة النجـــاح تقوم بتحصيل ٤٠٪ من قيمة المبيعات فى فترة البيـــع أما الباقى فيتم تحصيلة خلال الربع التالى ، يظهر جدول المتحصلات النقدية فى المبيعات كما يلى :

(مبيعات الربع الاخير من عام ١٩٨١ تقدر بمبلغ ٤٠ر٠٠٠ جنيه)

شـــركة النجـــاح

جدول المتحصلات النقدية المتوقعة فى المبيعات عام ١٩٨٢

الربع :	الاول	الثانى	الثالث	الرابع	اجمالى السنة
رصيد العملاء ٣١/١٢/٨١	٢٤٠٠٠				٢٤ر٠٠٠
مبيعات الربع الاول	٣٠ر٠٠٠	٤٥٠٠٠			٧٥ر٠٠٠
الثانى		٤٥٠٠٠	٦٧ر٥٠٠		١١٢ر٥٠٠
الثالث			٦٠ر٠٠٠	٩٠ر٠٠٠	١٥٠ر٠٠٠
الرابع				٤٥ر٠٠٠	٤٥ر٠٠٠
اجمالى المتحصلات	٥٤٠٠٠	٩٠٠٠٠	١٢٧٥٠٠	١٣٥ر٠٠٠	٤٠٦ر٥٠٠

وقد تم تحديد بيانات الربع الاول كما يلى :

— المخزون اول الفترة ثم تكوينه خلال عام ١٩٨١ على أن يعادل ١٠٪ من مبيعـــات. الربع الاول ١٩٨٢ ، وبذلك يساوى : ١٠٪ × ١٠٠٠ = ١٠٠ وحدة

— مخزون آخر الفترة يحدد على أساس ١٠٪ من مبيعات الربع الثانى ، فيكون مقـدارە: ١٠٪ × ١٥٠٠ = ١٥٠ وحدة

— أما المبيعات فتحصل عليها من الموازنة التقديرية للمبيعات ٠

وبعد تحديد كمية الانتاج المقدرة لفترة الموازنة فانه يتم تقدير مستلزمات الانتـاج من مواد اولية وعمل مباشر ومصروفات اضافية ، وتستخدم المعايير والمعدلات الملائمة ٠ (١)

٩ـ٣ ٠ الموازنات التقديرية للمواد الاولية المباشرة :

يجب أن نميز بين موازنتين ترتبطان بالمواد الأولية ٠

الموازنة التقديرية لاستخدامات المواد الاولية : وهى تتناول المواد الاولية الـلازمـة للانتاج ولذلك فقد تعنون : الموازنة التقديرية للمواد الاولية اللازمة للانتاج ٠

الموازنة التقديرية لمشتريات المواد الاولية : ويتم اعدادها على اساس الاحتياجات من المواد الاولية والمخزون منها فى بداية ونهاية الفترة لنصل الى تقدير المشتريات ٠

وتتلخص بيانات الموازنتين فيما يلى :

	وحـــدة
المواد الاولية المباشرة المطلوبة لمقابلة الانتاج	x x x x
زائدا : المواد الاولية آخر الفترة	x x
مجموع الاحتياجات من المواد الاوليـة	x x x x x
ناقصا : المواد الاولية أول الفترة	x x
مشتريات المواد الاولية	x x x x

مثـــال :

اذا علمت ان شركة النجاح التى تناولناها فى المثال السابق واعددنا الموازنـــــة التقديرية لانتاجها عام ١٩٨٢ ، ستقوم بشراء المواد الاولية بسعر الكيلو جرام ٥ جنيهات

(١) نظرا لأن الطالب يدرس هذه العناصر وما يرتبط بها بتفصيل كاف ضمن مقـــرر محاسبة التكاليف ، فلن نتناولها بالدراسة الشاملة ، وسنكتفى بعرضها فى أضيق الحـــدود ٠

وأن كل وحدة من الانتاج تتطلب ٢ كيلو جرام من المادة الاولية الوحيدة التى تستخدم فى الانتاج ٠ كما يتم الاحتفاظ بمخزون من المواد الاولية فى نهاية كل فترة يعادل ٢٠٪ من احتياجات الانتاج خلال الفترة التالية ٠

وبذلك يمكن تحديد بيانات الربع الأول من عام ١٩٨٢ كما يلى :

• احتياجات الانتاج = ٢كيلو جرام × ١٠٥٠ وحدة = ٢١٠٠ وحدة
• المواد الاولية آخر الفترة تعادل ٢٠٪ من احتياجات الانتاج خلال الربع الثانى ، أى = ٢٠٪ × ٣١٠٠ = ٦٢٠ وحدة
• المواد الأولية أول الفترة تعادل ٢٠٪ من احتياجات الانتاج خلال الربع الأول، أى = ٢٠٪ × ٢١٠٠ = ٤٢٠ وحـــدة

وهكذا بالنسبة لباقى الفترات ٠

وتظهر الموازنة التقديرية للمواد الاولية كما يلى :

شـــركة النجـــاح

الموازنـــة التقديرية للمواد الأوليـــة

للسنة المنتهية فى ٣١/ ١٢/ ١٩٨٢

ربع السنة :	الاول	الثانى	الثالث	الرابع	اجمالى السنـــة
عدد وحدات الانتاج : (جدول (٢))	١٠٥٠	١٥٥٠	١٩٥٠	١٤٦٠	٦٠١٠
احتياجات الوحدة من المواد الاولية (كيلوجرام)	٢	٢	٢	٢	٢
احتياجات الانتاج (كجم)	٢١٠٠	٣١٠٠	٣٩٠٠	٢٩٢٠	١٢٠٢٠
المواد الاوليةفى اخرالفترة	٦٢٠	٧٨٠	٥٨٤	٤٦٠	٤٦٠
مجموع الاحتياجات	٢٧٢٠	٣٨٨٠	٤٤٨٤	٣٣٨٠	١٢٤٨٠
المواد الاوليةفى اول الفترة	٤٢٠	٦٢٠	٧٨٠	٥٨٤	٤٢٠
مشتريات المواد الاولية (كجم)	٢٣٠٠	٣٢٦٠	٣٧٠٤	٢٧٩٦	١٢٠٦٠

وكما ذكرنا ، فانه يمكن أن نعد الموازنات التقديرية التالية :

شـــركة النجـــاح

الموازنة التقديرية للمواد الاولية اللازمة للانتاج

لسنـــة ١٩٨٢

ربع السنة :	الأول	الثانى	الثالث	الرابع	اجمالى السنة
عدد وحدات الانتاج	١٠٥٠٠	١٥٥٠٠	١٩٥٠٠	١٤٦٠٠	٦٠١٠٠
احتياجات الوحدة (كيلو جرام)	٢	٢	٢	٢	٢
المواد الاولية اللازمة للانتاج (كيلو جرام)	٢١٠٠٠	٣١٠٠٠	٣٩٠٠٠	٢٩٢٠٠	١٢٠٢٠٠
تكلفة شراء الكيلوجرام (جنيه)	٥	٥	٥	٥	٥
تكلفة المواد الاولية اللازمة للانتاج	١٠٥٠٠٠	١٥٥٠٠٠	١٩٥٠٠٠	١٤٦٠٠٠	٦٠١٠٠٠

شـــركة النجـــاح

الموازنة التقديرية لمشتريات المواد الاولية

ربع السنة :	الاول	الثانى	الثالث	الرابع	اجمالى السنه
المواد الاولية اللازمة للانتاج	٢١٠٠٠	٣١٠٠٠	٣٩٠٠٠	٢٩٢٠٠	١٢٠٢٠٠
المواد الاولية آخر الفترة	٦٢٠٠	٧٨٠٠	٥٨٤٠	٤٦٠٠	٤٦٠٠
مجموع الاحتياجات	٢٧٢٠٠	٣٨٨٠٠	٤٤٨٤٠	٣٣٨٠٠	١٢٤٨٠٠
المواد الاولية أول الفترة	٤٢٠٠	٦٢٠٠	٧٨٠٠	٥٨٤٠	٤٢٠٠
مشتريات المواد الاولية	٢٣٠٠٠	٣٢٦٠٠	٣٧٠٤٠	٢٧٩٦٠	١٢٠٦٠٠
تكلفة شراء الواحدة	٥	٥	٥	٥	٥
	١١٥٠٠٠	١٦٣٠٠٠	١٨٥٢٠٠	١٣٩٨٠٠	٦٠٣٠٠٠

وعادة مايقترن اعداد الموازنة التقديرية لمشتريات المواد الأولية باعداد جدول المدفوعات النقدية المتوقعة الى الموردين سدادا لقيمة المواد المشتراة . ونفترض أن شركة النجاح تسدد ٥٠٪ من قيمة المشتريات خلال فترة الشراء . أما الباقى فيسدد خلال الفترة التالية ، واذا كان رصيد الموردين فى ٣١/ ١٢/ ١٩٨١ يقدر بمبلغ ٦٠٠٠ جنيه فان الجدول المشار اليه يظهر كما يلى :

شركة النجاح

جدول المدفوعات النقدية لسداد مشتريات المواد الاولية (جنيه)

عن عام ١٩٨٢

ربع السنة :	الاول	الثانى	الثالث	الرابع	اجمالى السنة
ارصدة ٣١/ ١٢/ ١٩٨١	٦٠٠٠				٦٠٠٠
مشتريات ربع السنة الاول :	٥٧٥٠	٥٧٥٠			١١٥٠٠
الثانى		٨١٥٠	٨١٥٠		١٦٣٠٠
الثالث			٩٢٦٠	٩٢٦٠	١٨٥٢٠
الرابع				٦٩٩٠	٦٩٩٠
اجمالى	١١٧٥٠	١٣٩٠٠	١٧٤١٠	١٦٢٥٠	٥٩٣١٠

ونرجو ان يلاحظ القارئ أن تحديد حجم مخزن يتوقف على عوامل معينه ، كما يمكن اجراء الدراسة لتحديد الحجم الامثل للطلبية ، وكذلك تحديد الحجم الامثل لدورة الانتاج ، وذلك ماسوف نتناوله فى نهاية هذا الفصل . فلقد حرصنا على أن لا يضيع التسلسل والتتابع فى أعداد الموازنات التقديرية للنشاط الجارى من ذهن القارئ .

٩ـ٤٠ الموازنة التقديرية للعمل المباشر :

يتم اعداد هذه الموازنة بعد التعرف على حجم الانتاج في الموازنة التقديرية للانتاج . ويجب احتساب الاحتياجات من العمل المباشر حتى تتعرف الادارة على مدى وفرة العمل المباشر المتاح لمقابلة احتياجات الانتاج . واذا ماكنا نعرف مقدما وبطريقة دقيقة الاحتياجات من العمل المباشر وطريقة توزيعها على مدار فترة الموازنة ، فانه يمكن اعداد الخطط لتوزيع القوى العاملة حسب احتياجات مراكز الانتاج . وقد يؤدى أهمال هذه الخطوة الى الاضطرار لاستئجار عمال جدد أو تسريحهم في حالات أخرى ، وهذه السياسات بدورها تؤدى الى عدم استقرار العمال وانخفاض كفاءتهم . ويتم احتساب احتياجات العمل المباشر على اساس عدد وحدات الانتاج وساعات العمل المباشر اللازمة لكل وحدة ، وغالبا ماتتعدد الانواع المتاحة من العمل بحسب احتياجات المنتجات المختلفة ، وفى هذه الحالة يتم تحديد احتياجات الانتاج من كل نوع من أنواع العمل المباشر . وبضرب عدد الساعات اللازمة للانتاج فى تكلفة الساعة تحصل على قيمة العمل المباشر كما تظهر فى الموازنة التقديرية للعمل المباشر . فى المثال السابق: معدل الوحدة ٥ ساعة عمل بتكلفة ٤ جنيه للساعة .

الموازنة التقديرية للعمل المباشر

عن السنة المنتهية فى ٣١/ ١٢/ ١٩٨٢

ربع السنة :	الاول	الثانى	الثالث	الرابع	السنة
وحدات الانتاج :	١٠٥٠٠	١٥٥٠٠	١٩٥٠٠	١٤٦٠٠	٦٠١٠٠
ساعات العمل المباشر للوحدة	٥	٥	٥	٥	٥
مجموع ساعات العمل المباشر اللازمة للانتاج	٥٢٥٠٠	٧٧٥٠٠	٩٧٥٠٠	٧٣٠٠٠	٣٠٠٥٠٠
تكلفة ساعة العمل المباشر	٤	٤	٤	٤	٤
التكلفة الكلية للعمل المباشر	٢١٠ر٠٠٠	٣١٠ر٠٠٠	٣٩٠ر٠٠٠	٢٩٢ر٠٠٠	١٢٠٢ر٠٠٠

٩-٥ · الموازنة التقديرية للمصروفات الصناعية غير المباشرة :

وتتضمن هذه الموازنة جدول بكل تكاليف الانتاج الاخرى بخلاف تكاليف المواد الاولية والعمل المباشر ، ويتم تحليل هذه التكاليف وفقا لمسلكها لاغراض اعداد الموازنة التقديرية كما تعد معدلات المصروفات الاضافية · ويتم استخدام هذا المعدل للوحدات المنتجة خلال فترة الموازنة ·

مثـــال :

بأستخدام بيانات الموازنة التقديرية للانتاج والعمل المباشر الخاصة بشركة النجاح فى المثالين السابقين ، افترض أن المعدل المتغير للمصروفات الصناعية غير المباشرة جنيهين لكل ساعة عمل مباشر · وتبلغ التكاليف الصناعية الثابتة ٦٠٠٠٠ جنيه سنويا تشمل على ربع مقدارها مصروفات أهلاك · ويتم سداد المصروفات الصناعية غير المباشرة خلال نفس الفترة · تظهر موازنة المصروفات الصناعية لشركة النجاح كما يلى :

شـــركة النجـــاح

الموازنة التقديرية للمصروفات الصناعية غير المباشرة

للسنة المنتهية فى ٣١ ديسمبر ١٩٨٢

ربع السنة	الاول	الثانى	الثالث	الرابع	السنة
ساعات العمل المباشرة	٥٢٥٠	٧٧٥٠	٩٧٥٠	٧٣٠٠	٣٠٠٥٠
معدل م·ص غير مباشرة	٢	٢	٢	٢	٢
المصروفات الصناعية المتغيرة	١٠٥٠٠	١٥٥٠٠	١٩٥٠٠	١٤٦٠٠	٦٠١٠٠
المصروفات الصناعية الثابتة	١٥٠٠٠	١٥٠٠٠	١٥٠٠٠	١٥٠٠٠	٦٠٠٠٠
المصروفات الصناعية للفترة	٢٥٥٠٠	٣٠٥٠٠	٣٤٥٠٠	٢٩٦٠٠	١٢٠١٠٠
ناقصا : الاهلاك	٣٧٥٠	٣٧٥٠	٣٧٥٠	٣٧٥٠	٣٧٥٠
= المدفوعات النقدية للمصروفات الصناعية	٢١٧٥٠	٢٦٧٥٠	٣٠٧٥٠	٢٥٨٥٠	١٠٥١٠٠

٩ـ٦ ٠ الموازنة التقديرية للمصروفات البيعية :

وتتضمن المصروفات البيعية الثابتة قبل المرتبات والاهلاك ، كما تتضمن العناصر المتغيرة مثل العملات ومصاريف السفر والنقل للخارج وغيرها ٠

واذا ما اعتبرت بعض العناصر متغيرة فانه يتم تحديد قيمتها بنسبة من قيمة المبيعات ، أو تحدد التكلفة البيعية المتغيرة للوحدة المباعة ٠

مثــــال :

نذكرك بمبيعات شركة النجاح التى قدرت وحدتها لكل فترة ربع سنويا خلال عــام ١٩٨٢ كما يلى بالترتيب : ١٠٠٠ ، ١٥٠٠ ، ٢٥٠٠ ، ١٥٠٠ وحدة ٠

واذا علمت أن التكلفة البيعية المتغيرة للوحدة ٥ جنيهات ، وان مصروفات الإعــــلان السنوية ٩٠٠٠ جنيه ، المرتبات البيعية ١٠٫٠٠٠ جنيه ٠

تظهر الموازنة التقديرية للمصروفات البيعية كما يلى :

شــــركة النجاح

الموازنة التقديرية للمصروفات البيعية

ربع السنة:	الاول	الثانى	الثالث	الرابع	اجمالى السنـــة
وحدات المبيعات	١٠٠٠	١٥٠٠	٢٠٠٠	١٥٠٠	٦٠٠٠
التكلفة البيعية المتغيره للوحدة	٥	٥	٥	٥	٥
المصروفات المتغيرة	٥٠٠٠	٧٥٠٠	١٠٠٠٠	٧٥٠٠	٣٠٠٠٠
اعلان	٢٢٥٠	٢٢٥٠	٢٢٥٠	٢٢٥٠	٩٠٠٠
مرتبات	٢٥٠٠	٢٥٠٠	٢٥٠٠	٢٥٠٠	١٠٠٠٠
المصروفات الثابتة	٤٧٥٠	٤٧٥٠	٤٧٥٠	٤٧٥٠	١٩٠٠٠
مجموع المصروفات البيعية المقدرة	٩٧٥٠	١٢٢٥٠	١٤٧٥٠	١٢٢٥٠	٤٩٠٠٠

٩ـ٠٧ الموازنة التقديرية للمصروفات الادارية :

ويمكن تقسيم المصروفات التى تظهر فى هذه الموازنة على اساس مسئولية الافراد عن الرقابة عليها ، وفى بعض الحالات يوزع جزء منها على أنشطة أخرى مثل الشراء او البحوث أو غيرها ٠

مثال :

ذكرنا سابقا اننا لانتناول بالتفصيل موازنات المصروفات ، ولاغرضنا نفترض أن شركة النجاح تتحمل مرتبات سنوية تبلغ ١٥٠٠٠ جنيه ، تأمين ٦٠٠٠ جنيه يتم سداده خلال الربع الثانى من العام ، كما تسدد ضرائب على الممتلكات مقدرها ٢٠٠٠ جنيه فى نهاية كل عام ٠

وعلى ذلك تظهر الموازنة التقديرية للمصروفات الادارية كما يلى :

شركة النجاح
الموازنة التقديرية للمصروفات الادارية
عن السنة المنتهية فى ١٩٨٢/١٢/٣١

ربع السنة :	(١)	(٢)	(٣)	(٤)	اجمالى السنة
مرتبات	٣٧٥٠	٣٧٥٠	٣٧٥٠	٣٧٥٠	١٥٠٠٠
تأمين		٦٠٠٠			٦٠٠٠
ضرائب				٢٠٠٠	٢٠٠٠
اجمالى	٣٧٥٠	٩٧٥٠	٣٧٥٠	٥٧٥٠	٢٣٠٠٠

٩ـ٠٨ الموازنات التقديرية والجداول المساعدة :

يمكن أن تعد موازنة تقديرية لمخزون الانتاج التام فى نهاية الفترة ، ولاشك أن مثل هذه الموازنة تكون هامة وضرورية عندما تتعدد انواع المنتجات المختلفة وأماكن الاحتفاظ بالمخزون ، وقد تعد قوائم بالتكاليف التقديرية لوحدة الانتاج ٠ كما يمكن أعداد موازنة تقديرية لتكاليف المنتجات المباعة ، واحيانا تضاف مجموعات من الجداول المساعدة ، ويتوقف ذلك على ضخامة المنشآت وتعدد المنتجات والمدخلات اللازمة للانتاج ٠

وفيما يلى نموذج لتحديد تكاليف مخزون آخر الفترة من السلع الجاهزة ٠

مثـــال :

المطلوب الاعتماد على بيانات موازنات شركة النجاح لاعداد موازنة تقـديرية لتكاليف المخزون ٣١/ ١٢/ ١٩٨٢

شـــركة النجـــاح

الموازنة التقديرية لمخزون الانتاج التام فى ٣١/ ١٢/ ١٩٨٢

العنصر	الكمية	تكلفة الوحدة	التكاليف
	جنيه	جنيه	جنيه
تكاليف الانتاج المتغيرة للوحدة			
مواد اولية (كيلو)	٢	٥	١٠
عمل مباشر (ساعة)	٥	٤	٢٠
م٠ص متغيرة (ساعة)	٥	٢	١٠
			٤٠
المخزون المقدر فى نهاية الفترة			
المخزون بالوحدات (انظر موازنة الانتاج)			١١٠
× التكلفة المتغيرة الاولية للوحدة			٤٠
قيمة المخزون فى ٣١/ ١٢/ ١٩٨٢			٤٤٠٠

وقد تم احتسابة وفقا للمدخل الحدى ولامجال هنا لمناقشة المداخل الاخرى ٠

٩-٠٩ الموازنة التقديرية للنقدية

تجمع الموازنة التقديرية للنقدية كثيرا من البيانات التى تم الحصول عليهـــا فـى الخطوات السابقة، وتتكون الموازنة التقديرية للنقدية من أربعة اجزاء رئيسية يخصص كـل منها لاحد العناصر التالية بالترتيب :

- المقبوضات النقدية
- المدفوعات النقدية
- التغيرات فى النقدية
- التمويـــل

ويتكون الجزء الخاص بالمقبوضات من رصيد الميزانية العمومية و المدة مضافا اليه المقبوضات من المبيعات حسب النظام الذى تتبعه المنشأة مع العملاء . وتمثل المتحصلات من المبيعات المصدر الرئيسى للمقبوضات .

وتشتمل الجزء الخاص بالمدفوعات على جميع المدفوعات النقدية المخططة خلال فترة الموازنة . وتتضمن هذه المدفوعات بصفة رئيسية مشتريات المواد الاولية ، الأجور المصروفات الصناعية غير المباشرة ، المصروفات البيعية والادارية وغيرها .
وبالاضافة لذلك تظهر المدفوعات النقدية الاخرى مثل ضرائب الدخل ، مشتريات المعدات الرأسمالية ، والتوزيعات .

أما الجزء الثالث فيظهر الزيادة والعجز فى النقدية ، ويساوى الفرق بين مجموع المقبوضات النقدية ومجموع المدفوعات النقدية . وعندما يظهر عجز فان المنشأة تحتاج الى الاقتراض لتغطية احتياجاتها من الأموال ، وعندما يتاح لها فائض بعد ذلك فانه يستخدم لسداد الاقتراض فى الفترات السابقة كذلك يمكن للمنشأة أن تستخدم الفائض فى استثمارات قصيرة الاجل . ويقدم الجزء الاخير الخاص بالتمويل حسابا مفصلا للتنبوءات الخاصة بالاقتراض وسداد القرض خلال فترة الموازنة ، كما يتضمن تفاصيل الفوائد المدفوعة على الاموال المقترضة . وتهتم البنوك بالمعرفة المسبقة باحتياجات عملائها من الأموال وتوقيتها ، ذلك لكى تستطيع البنوك تخطيط نشاطها وتتأكد من الأموال التى سوف تكون متوافرة عند الطلب . وفوق ذلك ، فان التخطيط السليم للاحتياجات النقدية عن طريق الموازنات النقدية يجنب المنشأة مشاكل عجز النقدية أو ضياع فرص استغلال الفائض منها .
ويساعد نظام الموازنات النقدية المنمقة جيدا على تحديد عدم التأكد بالنسبة لما سيكون عليه الوضع النقدى للمنشأة خلال فترة الموازنة .

ويفضل أن يتم تحليل الموازنة النقدية للفترة الى فترات اصغر بقدر الامكان ، وقد تكون فترة الأسبوع مقبولة لبعض المنشآت وفى غيرها من المنشآت الكبيرة تخطط الاحتياجات النقدية على أساس يومى .

مثـــال :

عند اعداد الموازنة التقديرية النقدية لشركة النجاح عن عام ١٩٨٢ تم تدويـــن الملاحظات التالية التي تساعد القارئ على فهم عناصر الموازنة ثم التمكن من اعدادها ٠

ملاحظات على عناصر الموازنة التقديرية النقدية لشركة النجاح في عام ١٩٨٢ :

رقم العنصر	البيـــان
١	رصيد بداية أول فترة يبلغ ١٢٠٠٠ جنيه .
٢	المتحصلات من العملاء كما يوضحها الجدول الملحق بالموازنةالتقديرية للمبيعات .
٣	يمكن ان يتضمن رقم اجمالي النقدية المتاحة الاموال المتاحة مـــن بيـع الاصول أو زيادة رأس المال ٠
٤	المدفوعات للموردين كما يظهرها الجدول الملحق بالموازنة التقديريـــة لمشتريات المواد الاولية .
٥ـ٨	نحصل على قيمة هذه العناصر من الموازنات التقديرية الخاصة بها.
٩	قدرت ضرائب الدخل بمبلغ ١٦٠٠٠ جنيه تدفع على أربعة دفعات منتظمه زمنيا ومتساوية في القيمة ٠
١٠	تقرر شراء معدات في الربع الثاني من عام ١٩٨٢ تبلغ قيمتها ١٦٠٠٠ جنيه
١١	قدرت المدفوعات السنوية بمبلغ ٨٠٠٠ جنيه وتوزع على اربعة اقســـاط ربع سنوية متساوية ٠
١٣	الزيادة أو العجز نتيجة طرح العنصر رقم (١٢) من العنصر رقم (٣) ٠
١٤	يفترض ان يتم الاقتراض في بداية الفترة حتى يمكن مواجهة المدفوعـــات خلال الفترة ، ويتم الاحتفاظ برصيد نقدى بحد ادنى ١٠٫٠٠٠ جنيه ، بالنسبة للربع الأول فان الاقتراض ١٨٠٠٠ جنيه لتغطية العجـــز في المدفوعات ٨٠٠٠ جنيه وتوفير الحد الادنى للرصيد النقدى ٠

رقم العنصر	بيـــان
١٥	يتم السداد عادة فى نهاية الفترة فى حدود الأموال المتوفـــرة بدون المساس بالحد الادنى .. بالنسبة للربع الثالث نجد ان الزيادة عـــن المدفوعات النقدية (العنصر ١٣) تبلغ ٢٦١٩٠ جنيه يتم الاحتفـــاظ بمبلغ ١٠ر٠٠٠ جنيه الحد الادنى للرصيد النقدى ، تسدد الفوائـــد ١١٢٥ جنيه ، وبذلك يكون المتاح لسداد القرض ١٥٠٠٠ جنيـــه (لاقرب الف جنيـــه)
١٦	مدفوعات الفائدة ترتبط بالاصل الذى يتم سداده عند وقت السداد ، وعلى سبيل المثال ، الفائدة فى الربع الثالث تخص فقط مبلغ ال ١٥٠٠٠ جنيه ، والتى تسدد خلال ذلك الربع ١٥٠٠٠ x ١٠٪ x $\frac{٩}{١٢}$ = ١١٢٥ جنيه ،

وبالنسبة للربـــع الأخـــير :

القرض ٢٩٠٠٠ جنيه ٣٠٠٠ جنية تم اقتراضها فى بداية الربع الأول (١٨٠٠٠ ـ ١٥٠٠٠)

٣٠٠٠ x ١٠٪ x = ٣٠٠

٢٦٠٠٠ تم اقتراضها فى بداية الربع الثانى

٢٦٠٠٠ x ١٠٪ x $\frac{٩}{١٢}$ = ١٩٥٠

٢٥٠٠

١٧	اجمالى التمويل وهو المجموع الجبرى للعناصر ١٤ ، ١٥ ، ١٦
١٨	رصيد النقدية فى نهاية الفترة وهو المجموع الجبرى للعناصر ١٣ ، ١٧ .

شـــركة النجـــاح

الموازنـــة النقـد يـــة النقـد يـــة

عن السـنة المنتهيـة فـى ٣١/١٢/١٩٨٦

ربـــع السـنة :	الأول	الثانـــى	الثالـــث	الرابـــع	السـنة
(١) رصيد النقدية أول الفترة	١٢٠٠٠	١٠ر٠٠٠	١٠ر٣٥٠	١٠ر٠٦٥	١٢ر٠٠٠
يضاف : المقبوضـــات					
(٢) متحصلات من العمـلاء	٥٤٠٠٠	٩٠ر٠٠٠	١٢٧ر٥٠٠	١٣٥ر٠٠٠	٤٠٦ر٥٠٠
(٣) اجمالى النقدية المتاحة قبـل التمويل الجـارى	٦٦٠٠٠	١٠٠ر٠٠٠	١٣٧ر٨٥٠	١٤٥ر٠٦٥	٤١٨ر٥٠٠
يطرح : المدفـوعـات					
(٤) موردى المواد المباشرة	١١٧٥٠	١٣ر٩٠٠	١٧٤١٠	٢٦٢٥٠	٣٩٣١٠
(٥) تكلفة العمل المباشر	٢١٠٠٠	٣١٠٠٠	٣٩٠٠٠	٢٩٢٠٠	١٢٠٢٠٠
(٦) مصاريف صناعية	٢١٧٥٠	٢٦٧٥٠	٣٠٧٥٠	١٥٨٥٠	١٠٥١٠٠
(٧) مصاريف بيعية	٩٧٥٠	١٢٢٥٠	١٤٧٥٠	١٢٢٥٠	٤٩٠٠٠
(٨) مصاريف ادارية	٣٧٥٠	٩٧٥٠	٣٧٥٠	٥٧٥٠	٢٣٠٠٠
(٩) ضرائب الدخـل	٤٠٠٠	٤٠٠٠	٤٠٠٠	٤٠٠٠	١٦٠٠٠
(١٠) مشتريات معدات		١٦٠٠٠			١٦٠٠٠
(١١) توزيعـــات	٢٠٠٠	٢٠٠٠	٢٠٠٠	٢٠٠٠	٨٠٠٠
(١٢) اجمالى المدفوعات	٧٤٠٠٠	١١٥٦٥٠	١١١٦٦٠	٩٥٣٠٠	٣٩٦٦١٠
(١٣) الزيادة أو العجز عن المدفوعات النقد يـــة	(٨٠٠٠)	(١٥٦٥٠)	٢٦١٩٠	٤٩٧٦٥	٢١٨٩٠
التمويــــل					
(١٤) اقتراض فى بدء المدة	١٨٠٠٠	٢٦٠٠٠			٤٤٠٠٠
(١٥) سداد فى نهاية المدة			(١٥٠٠٠)	(٢٩٠٠٠)	(٤٤٠٠٠)
(١٦) الفائـدة ١٠٪			(١١٢٥)	(٢٢٥٠)	(٣٣٧٥)
(١٧) اجمالـى التمويـــل	١٨٠٠٠	٢٦٠٠٠	(١٦١٢٥)	(٣١٢٥٠)	(٣٣٧٥)
(١٨) رصيد النقدية آخر الفترة	١٠٠٠٠	١٠٣٥٠	١٠٠٦٥	١٨٥١٥	١٨٥١٥

٩ــ١٠ـ١٠ القائمة التقديرية للدخل :

ويمكن اعدادها بالاعتماد على بيانات الموازنات التقديرية السابقة ، وهى تعتبر مصدرا لمؤشرات الربحية للعمليات وفقا لما تم التنبؤ به للفترة القادمة . وتعتبر أساسا لقياس الأداء الشامل للمنشأة . وباستخدام بيانات شركة النجاح يمكن اعداد القائمة التالية :

شركة النجاح

القائمة التقديرية للدخل

عن السنة المنتهية فى ٣١/١٢/٨٢

		جنيه	جنيه
المبيعات	٦٠٠٠ وحدة × ٧٥		٤٥٠,٠٠٠
يطرح :			
المصروفات المتغيرة :			
التكلفة المتغيرة للسلع المباعة	٦٠٠٠ وحدة × ٤٠ جنيه	٢٤٠٠٠٠	
التكلفة البيعية المتغيرة		٣٠٠٠٠	
			٢٧٠,٠٠٠
الربح المباشر			١٨٠,٠٠٠
يطرح :			
المصروفات الثابتة :			
مصروفات صناعية		٦٠٠٠٠	
مصروفات بيعية		١٩٠٠٠	
مصروفات ادارية		٢٣٠٠٠	
			١٠٢,٠٠٠
صافى دخل العمليات			٧٨,٠٠٠
يطرح :			
مصروفات الفوائد			٣٣٧٥
صافى الدخل قبل الضرائب			٧٤,٦٢٥
يطرح			
ضرائب الدخل			١٦,٠٠٠
صافى الدخل			٥٨,٦٢٥

ملاحظات : (١) تم الحصول على عناصر قائمة الدخل التقديرية من الموازنات التقديرية الخاصة بكل من هذه العناصر .

(٢) ارجع للشرح الملحق بالموازنة التقديرية النقدية للتعرف على عنصرى : الفوائد والضرائب على الدخل .

٩ـ١١٠ الميزانيــة العموميــة التقديريــة :

تعد الميزانية العمومية التقديرية على أساس البدء بالميزانية الحاليــة وتعد يلهــا بالبيانات التى تشتمل عليها الموازنات التقديرية الأخرى .

ونفترض أن الميزانية العمومية لشركة النجاح تظهر فى نهاية سنة ١٩٨١ كما يلى :

شـــركة النجـــاح

الميزانيــة العموميـــة فى ٣١/١٢/١٩٨١

٦٠٠٠٠		الأصول الثابتـــة	رأس المـــال	٤٠٠٠٠	
	٤٠٠٠٠	أراضــــى	الأرباح المحجوزة	٥٦١٠٠	
	٦٠٠٠٠	مبانى ومعدات			٩٦١٠٠
	٤٠٠٠٠	ـ مجمع الاهــلاك	موردو المواد الأولية		٦٠٠٠
٦٠٠٠٠					
		الأصول المتداولــة			
	٢١٠٠	مخزون المواد (٤٢٠ ك)			
	٤٠٠٠	مخزون انتاج تام (١٠٠ وحدة)			
	٢٤٠٠٠	مد ينــون			
	١٢٠٠٠	نقد يـــة			
٤٢١٠٠					
١٠٢١٠٠					١٠٢١٠٠

* ملاحظات عن العناصر المختلفة للميزانية العموميــة المتوقعــة :

يمكن أن تراجع لعناصر التالية كما تظهر فى الموازنات التقديرية الخاصة بكــل منهــا ، ونوضحـها فيما يلــى :

(أ) كما تظهر فى ميزانيـة ١/ ١/ ١٩٨٢

(ب) رصيـد ١/ ١/ ١٩٨٢ ٦٠،٠٠٠ جنيه

+ اضافات للأصول خلال عام ٨٢ ١٦،٠٠٠ جنيه

(انظر الموازنـة التقديريـة)

٧٦،٠٠٠

(جـ) مجمع الاهـــلاك :

رصيـــد ١/ ١/ ١٩٨٢ ٤٠،٠٠٠ جنيه

مصروفات الاهلاك عن عام ١٩٨٢ ١٥،٠٠٠ جنيه

(موازنة المصروفات الصناعيـة) ٥٥،٠٠٠

(د) مخزون المواد الأولية = ٤٦٠ كيلو جرام × ٥ جنيه = ٢٣٠٠ جنيه

(موازنة المواد الأوليـة)

(هـ) مخزون الانتاج التام : ١١٠ وحدة × ٤٠ جنيه = ٤٤٠٠ جنيه

المصدر : الموازنة التقديرية لمخزون آخر المدة ، أو الموازنة التقديرية للانتـــاج لنحصل منها على عدد وحدات آخر الفترة ثم نحصل على تكلفة الوحدة من القائمة التى تعد لهذا الغرض ٠

(و) المدينون : حدد الرصيد على أساس ٦٠٪ من مبيعات الربع الأخير لعام ١٩٨٢

٦٠٪ × ١١٢،٥٠٠ = ٦٧٥٠٠ جنيه

(ز) النقديـة : رصيد ٣١/ ١٢/ ٨٢ كما يظهر فى الموازنة التقديرية النقدية ٠

(حـ) رأس المال من الميزانية العمومية فى ١/ ١/ ١٩٨٢ ٠

	جنيـــــه
(ط) الأرباح المحجوزة = رصيد ١/ ١/ ١٩٨٢ (الميزانية فى ١/ ١)	٥٦١٠٠
+ صافى الدخل (القائمة التقديرية للدخل)	٥٨٦٢٥
	١١٤٧٢٥
ـ التوزيعات (الموازنة التقديرية للنقدية)	٨،٠٠٠
الرصيد فى ٣١/ ١٢/ ١٩٨٢	١٠٦،٧٢٥

(ى) التزامات جارية : رصيد موردى المواد الأولية ويعادل ٥٠٪ من مشتريات المواد فى الربع الأخير ٠

وبذلك تظهر الميزانية العمومية التقديرية فى ٣١/ ١٢/ ١٩٨٢ كما يلى :

شركة النجاح
الميزانية العمومية التقديرية
فى ٣١/ ١٢/ ١٩٨٢

الأصول الثابتة					٤٠٠٠٠	رأس المال	(حـ)
أراضى (أ)	٤٠٠٠٠			١٤٦٧٢٥	١٠٦٧٢٥		(ط)
مبانى ومعدات (ب)	٧٦٠٠٠						
مجمع الاهلاك (جـ)	٥٥٠٠٠			٦٩٩٠		التزامات جارية	(ى)
		٦١٠٠٠					
الأصول المتداولة							
مخزون المواد الأولية (د)	٢٣٠٠						
مخزون انتاج تام (هـ)	٤٤٠٠						
مدينون (و)	٦٧٥٠٠						
نقدية (ز)	١٨٥١٥						
		٩٢٧١٥					
		١٥٣٧١٥		١٥٣٧١٥			

١٠ - أمثلة محلولـــة :

مثال (الموازنة التقديرية المرنة المعدلة) :

يرغب المحاسب الادارى لشركة نجمة سيناء فى تطبيق أسلوب الموازنات التقديرية الاحتمالية ، غير أنه يلقى معارضة شديدة من المديرين لاسيما فى القسم (ص) • وقـــرر أن يتم تطبيق تلك الموازنات على مرحلتين ، ولكى يقنع الجميع فقد أشركهم فـى اجـــراء ومناقشة التقديرات المختلفة ، وقد أمكن الحصول على التقديرات الأكثـــر احتمـــالا ، والتقديرات المتفائلة أو المتشائمة التى تزيد أو تقل بنسب معينة عن التقديـــر الأكـثر احتمالا • وفيما يلى هذه التقديرات :

مستوى النشاط الأكثر احتمالا ٢٠,٠٠٠ ساعة ، وتكلفة العمل المبـــاشر ٣٠,٠٠٠ جنيه المواد المباشرة ١٢,٠٠٠ جنيه ، مواد غير مباشرة متغيرة ٤٠٠٠ جنيـه ، والتـقديـر المتفائل للعناصر السابقة يزيد بنسبة ١٧٪ عن التقدير الأكثر احتمالا بينما يقل التقدير المتشائم عن الأخير بنسبة ١٥٪ • أما بقية العناصر فنوضحها كما يلى :

التقـديـــر	الأكثـر احتمـالا	المتشائـــم	المتفـــائـل
العنصـــر		نسـبة الزيادة أو النقـــص	
عمل غير مباشـر	١٠,٠٠٠	- ٦٪	+ ٣٧٪
الصيانـــة	٦,٠٠٠	- ٥٪	+ ٦ ٪
مهمات أخـرى	١٢,٠٠٠	- ١٢,٥٪	- ١١٪
التكاليف الثابتـة الاختياريـة :			
تكاليف تدريب	٨,٠٠٠	- ١٢,٥٪	+ ١٢,٥٪
أبحاث وتجارب	١٦,٠٠٠	- ٦,٢٥٪	+ ٦,٢٥٪
تكاليف ثابتة ملزمـة			
اهـــلاك	٤٠,٠٠٠	-	-
ايجـــــار	١٤,٠٠٠	-	-

الحل :

يمكن تقدير العناصر وفقا للتقدير المتفائل والمتشائم على النحو التالـى :

العمل غـير المباشـر :

التقدير المتشائم : $\frac{٩٤}{١٠٠}$ x ١٠,٠٠٠ = ٩٤٠٠ جنيه

التقدير المتفائل : $\frac{١٣٧}{١٠٠}$ x ١٠,٠٠٠ = ١٣٧٠٠ جنيه

وهكذا بالنسبة لباقى العناصر :

وتظهر الموازنة التقديرية المرنة المعدلة للقسم (ص) كما يلى :

شـــــركة نجمـة سيناء

الموازنة التقديرية المرنة المعدلة للقسم (ص)

عن السنة المنتهية فى ٣١/ ١٢/ ١٩٨١

التقدير :	المتشائم	الاكثر احتمالا	المتفائل
حجم النشاط (ساعات عمل):	١٧٠٠٠	٢٠٠٠٠	٢٣٠٠٠
	جنيـــه	جنيـــه	جنيـــه
التكاليف المتغيرة			
عمل مباشر	٢٥٥٠٠	٣٠٠٠٠	٣٥١٠٠
مواد مباشرة	١٠٢٠٠	١٢٠٠٠	١٤٠٤٠
زيوت شحوم	٣٤٠٠	٤٠٠٠	٤٦٨٠
التكاليف المختلطة			
عمل غير مباشر	٩٤٠٠	١٠ر٠٠٠	١٣٧٠٠
صيانة	٥٧٠٠	٦٠٠٠	٦٣٦٠
مهمات اخرى	١٠٥٠٠	١٢٠٠٠	١٠٦٨٠
تكاليف ثابتة اختيارية			
تدريب	٧٠٠٠	٨٠٠٠	٩٠٠٠
ابحاث وتجارب	١٥٠٠٠	١٦٠٠٠	١٧٠٠٠
تكاليف ثابتة ملزمة			
اهلاك	٢٠ر٠٠٠	٢٠ر٠٠٠	٢٠ر٠٠٠
ايجار	١٤ر٠٠٠	١٤ر٠٠٠	١٤ر٠٠٠
	١٢٠٧٠٠	١٣٢٠٠٠	١٤٤٥٦٠

مثال (الموازنة التقديرية الاحتمالية) :

لكى يتم اعداد الموازنة التقديرية الاحتمالية ، تعد التقديرات الاحتمالية لكل حجم من أحجام النشاط ولكل من عناصر التكاليف الصناعية المرتبطة به . وعلى سبيل المثال، اذا توافرت البيانات التالية عن تقدير مبيعات عام ١٩٨٢ لمنشأة الفردوس :

قيمة المبيعات (جنيه) :	٤٠٫٠٠٠	٥٠٫٠٠٠	٥٦٫٠٠٠
احتمال تحقيق كل حجم	٣ر	٦ر	١ر

فما هى قيمة المبيعات المتوقعة :

٤٠٫٠٠٠ جنيه x ٣ر = ١٢٫٠٠٠

٥٠٫٠٠٠ جنيه x ٦ر = ٣٠٫٠٠٠

٥٦٫٠٠٠ جنيه x ١ر = ٥٫٦٠٠

المبيعات المتوقعة ١٫٠ ٤٧٫٦٠٠

واذا كانت تقديرات تكاليف المتغيرة ١٢٠٠٠ ، ١٤٠٠٠ ، ١٦٠٠٠ جنيه على التوالى والاحتمالات المرتبطة بها ٧ر ، ٢ر ، ١ر فانه يمكن تقدير القيمة المتوقعة للتكاليف المتغيرة كما يلى :

١٢٠٠٠ جنيه x ٧ر = ٨٤٠٠

١٤٠٠٠ جنيه x ٢ر = ٢٨٠٠

١٦٠٠٠ جنيه x ١ر = ١٦٠٠

التكاليف المتغيرة المتوقعة ١٫٠ ١٢٫٨٠٠

أما تقديرات التكاليف الثابتة فهى ٢٠٫٠٠٠ جنيه باحتمال أو، ٣٠٫٠٠٠ جنيه باحتمال ٤ر ، ٤٠٫٠٠٠ جنيه باحتمال ٥ر . ويمكن بذلك تقدير التكاليف التالية المتوقعة كما يلى :

٢٠٫٠٠٠ جنيه x ١ر = ٢٠٠٠

٣٠٫٠٠٠ جنيه x ٤ر = ١٢٠٠٠

٤٠٫٠٠٠ جنيه x ٥ر = ٢٠٠٠٠

التكاليف الثابتة المتوقعة ٣٤٫٠٠٠

وعلى الطالب أن يعد القائمة التقديرية للدخل المتوقع لشركة الفردوس عن عام ١٩٨٢ ٠

مثال (الموازنة التقديرية الاحتمالية) :

شركة الأمل تبيع منتجها الوحيد بسعر ١٠ جنيه للوحدة ، وتبلغ التكاليف الثابتة الملزمة ٢٨٠٫٠٠٠ جنيه ، وفيما يلى القيم المتوقعة لعناصر الموازنة واحتمالات كل منها وذلك عن السنة القادمة ١٩٨٢ ٠

المبيعات : وحدة

٨٠٫٠٠٠ باحتمال ٫٣
١٠٠٫٠٠٠ باحتمال ٫٥
١١٠٫٠٠٠ باحتمال ٫٢

ت ٠ ص متغيرة للوحدة :

٥٫١ جنيه باحتمال ٫٢
٥٫٠ جنيه باحتمال ٫٦
٤٫٨ جنيه باحتمال ٫٢

ت ٠ بيعية متغيرة للوحدة : ٫٥ جنيه

التكاليف الثابتة الاختيارية :

٤٥٠٠٠ جنيه عند حجم مبيعات ٨٠٫٠٠٠ وحدة
٧٠٫٠٠٠ جنيه عند حجم مبيعات ١٠٠٫٠٠٠ وحدة
٨٠٫٠٠٠ جنيه عند حجم مبيعات ١١٠٫٠٠٠ وحدة

معدل ضريبة الدخل ٥٠٪

والمطلوب اعداد قائمة تقديرية للدخل المتوقع

الحل : حجم المبيعات المتوقعة :

(٨٠٫٠٠٠ × ٫٣) + (١٠٠٫٠٠٠ × ٫٥) + (١١٠٫٠٠٠ × ٫٢)= ٩٦٫٠٠٠ وحدة

التكاليف الصناعية المتغيرة :   جنيــه

(٩٦٠٠٠ x ٢ر x ١ر ٥)+ (٩٦٠٠٠ x ٦ر x ٥) + (٩٦٠٠٠ x ٢ر x ٨ر ٤)= ٤٧٨٠٨٠

التكاليف البيعية المتغيرة = ٩٦٠٠٠ x ٥ر = ٤٨٠٠٠ جنيه

التكاليف الثابتة الاختيارية :

(٤٥٠٠٠ر x ٣ر)+ (٧٠٠٠٠ر x ٥ر)+ (٨٠٠٠٠ر x ٢ر) = ٦٤٥٠٠ جنيه

التكاليف الثابتة الملزمة : ٢٨٠٠٠٠ جنيه

وتظهر القائمة التقديرية للدخل المتوقع على النحو التالى :

شـــركة الأمـل

القائمة التقديرية للدخل المتوقــع

عن السنه المنتهية فى ٣١/١٢/١٩٨٢

			جنيــــه
المبيعات			٩٦٠ر٠٠٠
التكاليف المتغيرة		جنيـــه	
صناعية		٤٧٨٠٨٠	
بيعية		٤٨٠٠٠	
			٥٢٦ر٠٨٠
الربح الحدى			٤٣٣٩٢٠
	جنيـــه	جنيـــه	
التكاليف الثابتة الاختيارية		٦٤٥٠٠	
التكاليف الثابتة الملزمـة		٢٨٠٠٠٠	
			٣٤٤ر٥٠٠
الدخل الصافى قبل الضريبة			٨٩ر٤٠٠
الضريبة على الدخل ٥٠٪			٤٤٧١٠
صافى الدخل بعد الضريبة			٤٤٧١٠

* . استخدمت الاحتمالات الخاصة بالمصروفات المتغيرة بعد أن تحدد حجم المبيعات فى الخطوة السابقة .

** نظر لأن التكاليف الثابتة الاختيارية مرتبطة بالحجم حسب المثال فقد استخدمت الاحتمالات الخاصة بحجم المبيعات .

١١ـ تخطيط ورقابة المخزون فى اطار نظام الموازنات التقديرية :

يعتبر تخطيط رقابة المخزون جزءًا هاما لنظام الموازنات التقديرية ، فيجب أن لا يترك تحديد مستويات المخزون للظروف ، وأن يخطط لها بعناية سواء بالنسبة لرصيد أول الفترة أو رصيد المفروض وجودة آخر الفترة ، وعلينا أن نجيب على الاسئلة التالية :

ـ كيف يمكن تحديد المستوى الصحيح للمخزون ؟

ـ ماهى العوامل التى تؤثر فى اختلاف هذا المستوى بين منشأة وآخرى ؟

وسوف نحاول الاجابة على هذه الاسئلة فيما يلى من اجزاء ٠

١١ـ١ ٠ التكاليف المرتبطة بالمخزون :

توجد ثلاثة مجموعات من التكاليف مرتبطة بالمخزون ، المجموعة الأولى تعبر عن تكاليف طلب المخزون مثل التكاليف الادارية المرتبطة باصدار أمر الطلبية ، وتكاليف نقل المخزون ٠

أما المجموعة الثانية فتشمل تكاليف الاحتفاظ بالمخزون ومثلها : تكاليف التخزين والمناولة والتأمين والخسارة نتيجة التقادم والفائدة على رأس المال المستخدم فى المخزون ٠

أما المجموعة الثالثة فهي عن التكاليف الناتجة عن عدم الاحتفاظ بمخزون كاف، والتى تتمثل عناصرها فى عدم رضاء العميل، وخسارة خصم الكمية، وتوقف الانتاج، وعدم كفاءة دورات الانتاج، وزيادة تكاليف النقل والمبيعات المفقودة .

أما الهدف فهو الاحتفاظ بالمستوى الصحيح من المخزون والذى يؤدى لتدنية مجموعات التكاليف الثلاث التى ذكرناها ، وهذا ينقلنا بالدراسة الحجم الاقتصادى لطلبية المخزون .

١١ ـ ٢ . الحجم الاقتصادى لطلبية المخزون :

عادة مايشار الى الكمية التى يتم طلبها فى كل عملية شراء على أنه تحديد الحجم الاقتصادى للطلبية . اى تحديد حجم أمر الشراء .

ويتحدد ذلك الحجم على اساس تدينه تكاليف المجموعتين الاولتين من عناصر تكاليف المخزون، ويمكن تحديد الحجم الاقتصادى للطلبية وفقا لأحد مدخلين :

إما اعداد جدول ، أو الاعتماد على المدخل الرياضى .

١١ ـ ٢ ـ ١ . جدول تحديد الكمية الاقتصادية للطلبية :

عندما يتم تحديد الاحتياجات من عنصر معين فان المنشأة قد تصدر عددا كبيرا من الأوامر كل منها بكمية قليلة . واذا اخذنا فى الاعتبار عددا صغيرا من الأوامر ، فانها تنطوى على مقدار قليل من التكاليف لاصدار هذا العدد المحدود من الأوامر مع تحمل تكاليف مرتفعة للاحتفاظ بالمخزون لان متوسط المخزون سوف يكون غالبا . من ناحية أخرى، فان زيادة عدد الأوامر ينطوى على تكاليف اصدار أوامر مرتفعة ولكن تكاليف الاحتفاظ بالمخزون سوف تكون منخفضة . وفى دراسة الحجم الاقتصادى للطلبية فاننا نبحث عن حجم الطلبية الذى يصل بهاتين الفئتين من التكاليف لأدنى حد ممكن .

مثال : نفترض أن أحد المنتجين يحتاج الى ٣٠٠٠ جزء معين لاغراض تصنيع انتاجه كل عام . ويحصل على هذه الاجزاء من المورد بتكلفة ٢٠ جنيه للوحدة ، كما أنه يتحمل عناصر التكاليف التالية :

— التكاليف السنوية للاحتفاظ بوحدة من المخزون ٨ر جنيه

— تكلفة اصـــدار أمر الشـــراء ١٠ جنيه

الحل:
يوضح الجدول التالى التكاليف الكلية المرتبطة بالاحجام المختلفة لأوامر الشراء .

جدول تكاليف المخزون على أساس الاحجام المختلفة لأمر الشراء

١ـ حجم أمر الشراء (وحدات)	٢٥	٥٠	١٠٠	٢٠٠	٢٥٠	٣٠٠	٤٠٠	١٠٠٠	٣٠٠٠
٢ـ متوسط عدد الوحدات فى المخزون	١٢٫٥	٢٥	٥٠	١٠٠	١٢٥	١٥٠	٢٠٠	٥٠٠	١٥٠٠
٣ـ عدد أوامر الشراء	١٢٠	٦٠	٣٠	١٥	١٢	١٠	٧٫٥	٣	١
٤ـ تكاليف الاحتفاظ بالمخزون (٨ر جنيه للوحدة)	١٠	٢٠	٤٠	٨٠	١٠٠	١٢٠	١٦٠	٤٠٠	١٢٠٠
٥ـ التكاليف السنوية الاصدار أوامر الشراء (١٠ جنيه للأمر)	١٢٠٠	٦٠٠	٣٠٠	١٥٠	١٢٠	١٠٠	٧٥	٣٠	١٠
٦ـ التكاليف الكليـه السنوية	١٢١٠	٦٢٠	٣٤٠	٢٣٠	٢٢٠	٢٢٠	٢٣٥	٤٣٠	١٢١٠

وبافتراض أن كمية الاحتياجات السنوية تعادل : ك وحدة بالاضافـــة الـــى مايلى :

١ـ حجم أمر الشراء : أ

٢ـ متوسط عدد الوحدات فى المخزون : $\frac{أ}{٢}$

٣ـ عدد أوامر الشراء : $\frac{ك}{أ}$

٤ـ تكاليف الاحتفاظ بالمخزون = متوسط عدد الوحدات فى المخزون × معدل تكلفة الوحدة

$$= \frac{أ}{٢} \times ت_{ح}$$

٥ـ التكاليف السنوية لاصدار أوامر الشراء = عدد الاوامر × تكلفة اصدار الأمر

$$= \frac{ك}{أ} \times ت_{م}$$

٦ـ التكاليف الكلية السنوية للمخزون = التكاليف السنوية للاحتفاظ بالمخزون + التكاليف السنوية لاصدار أوامر الشراء .

ويتضح أن التكاليف الكلية تبلغ أدنى مستوى عندما يكون حجم الطلبيـــة ٢٥٠ وحدة ، و ٣٠٠ وحدة . وسوف يقع الحجم الاقتصادى للطلبية بين هاتين النقطتين ويمكن ان نحددها بدقة باضافة أعمدة أكثر فى الجدول . وسوف نجد ان حجـــم الطلبية يبلغ ـ وبدقة ـ ٢٧٤ وحدة كما يتحدد باستخدام المدخل الرياضى .

١١ـ ٢ـ ٢٠ المدخل الرياضى لتحديد الحجم الاقتصادى للطلبية :

يمكن أن نحدد الحجم الاقتصادى للطلبية باستخدام معادلة جبرية

$$أ = \sqrt{\frac{٢ ك ت_م}{ت_ح}}$$

حيث = أ = الحجم الاقتصادى للطلبية .

ك = الاحتياجات السنوية بالوحدات .

$ت_م$ = تكلفة أصدار الأمر .

$ت_ح$ = التكلفة السنوية للاحتفاظ بوحدة من المخزون .

ونعيد كتابة بيانات المثال السابق :

الاحتياجات السنوية (ك) = ٣٠٠٠ وحدة

تكلفة اصدار الامر($ت_م$) = ١٠ جنيه

التكلفة السنوية للاحتفاظ بوحدة المخزون ($ت_ح$)= ٨ر

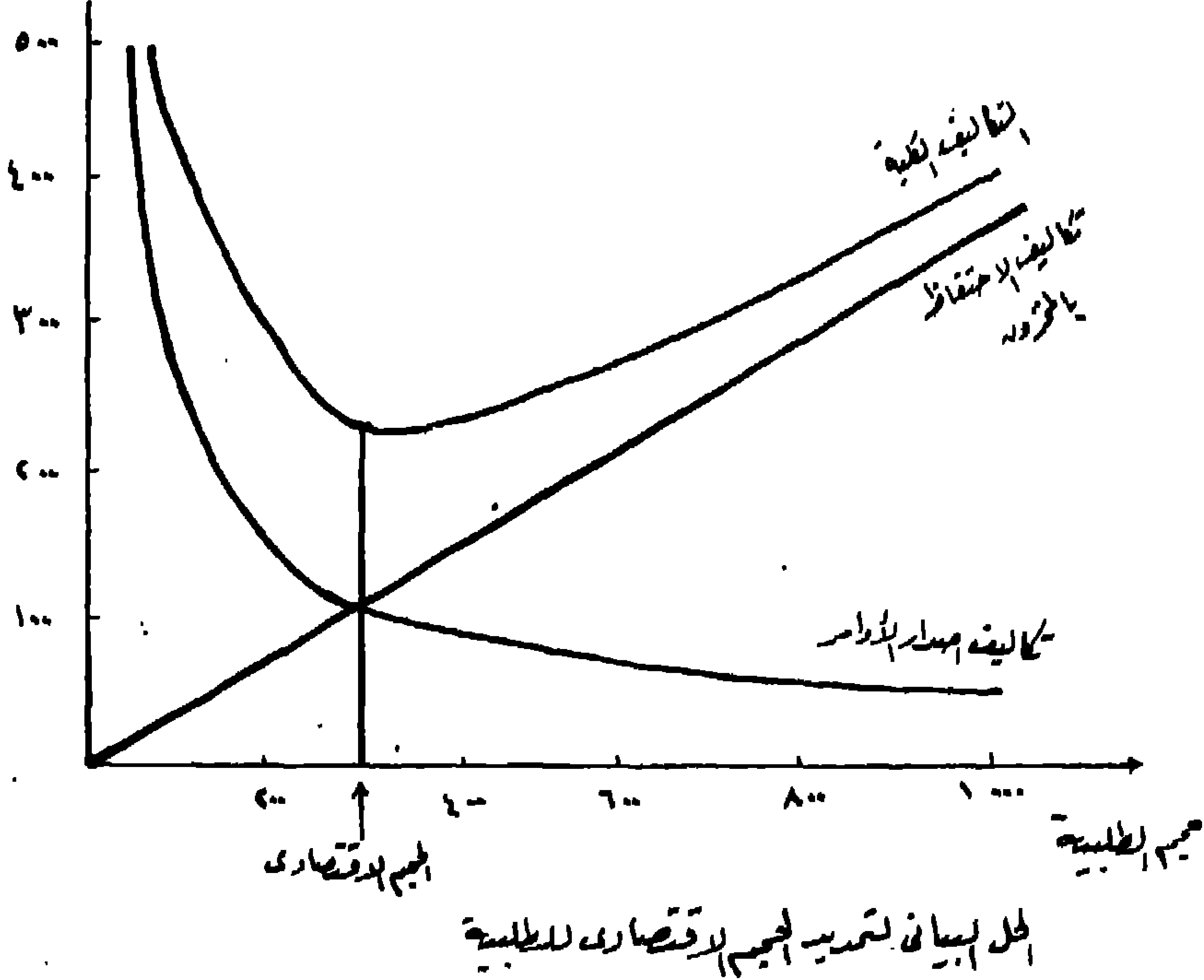
وبالتعويض فى دالة تحديد الحجم الاقتصادى للطلبية نجد أن

$$أ = \sqrt{\frac{١٠ \times ٣٠٠٠ \times ٢}{٨ر}}$$

$$= \sqrt{\frac{٦٠ر٠٠٠}{٨ر}} = \sqrt{٧٥٠٠٠}$$

∴ الحجم الاقتصادى للطلبية = ٢٧٤ وحدة

ويظهر الشكل التالى الحل البيانى لتحديد الحجم الاقتصادى للطلبية



الحل البيانى لتحديد الحجم الاقتصادى للطلبية

ومع أنه يمكن الحصول بسرعة على البيانات عن طريق الحل الجبرى ، فان من عيوبها انها لا تقدم مدى كبير من المعلومات مثلما اظهر الجدول السابق .

١١ - ٣ - ٠ الحجم الاقتصادى لدورة الانتاج :

يمكن تطبيق الحجم الاقتصادى للطلبية لمشكلة تحديد الحجم الاقتصادى لدورة الانتاج . ولقد ساد تخلال مدى طويل مشكلة تحديد بدء وانتهاء دورة الانتاج ، ويمكن أن تحل هذه المشكلة بادخال تكلفة بدء تشغيل دورة جديدة للانتاج فى معادلة الحجم الامثل للمخزون بدلا من تكلفة اصدار أمر الشراء . وتتضمن تكلفة بدء تشغيل دورة الانتاج تكاليف العمل ، والعناصر الأخرى اللازمة للحصول على المهمات اللازمة الاستعداد لدورة انتاج عنصر مختلف . وتستخدم المعادلة التالية :

$$أ^* = \sqrt{\frac{٢ ك^* ت_د}{ت_ح}}$$

حيث :

أ * : الحجم الأمثل لدورة الانتاج

ك : الانتاج السنوى المقدر

$ت_د$: تكلفة بدء دورة الانتاج

$ت_ح$: التكلفة السنوية للاحتفاظ بوحدة من المخزون ٠

مثال :

يقوم مصنع الشمس بانتاج ٣٠٫٠٠٠ وحدة من منتج واحد سنويا وتبلغ تكاليف الاستعداد لبدء دورة الانتاج ٦٠٠ جنيه ، كما أن التكاليف السنوية للاحتفاظ بوحدة من المخزون تبلغ أربعة جنيهات ، والمطلوب :

تحديد الحجم الاقتصادى لكل دورة انتاج ٠

الحل :

$$\therefore أ^* = \sqrt{\frac{٢ ك^* ت_د}{ت_ح}}$$

$$\therefore أ^* = \sqrt{\frac{٢ \times ٣٠٫٠٠٠ \times ٦٠٠}{٤}} = \sqrt{\frac{٣٦\ ٠٠٠\ ٠٠٠}{٤}}$$

$$= \sqrt{٩\ ٠٠٠\ ٠٠٠}$$

$\therefore$ الحجم الأمثل لدورة الانتاج = ٣٠٠٠ وحدة ٠

١١–٤٠ نقطة اعادة الطلب وحجم مخزون الأمان :

هناك بعدان لمشكلة المخزون : ماهو حجم طلبية الشراء ؟ وماهو الوقت الأفضل لطلبها ؟ ولقد تناولنا الحجم الأمثل لطلبية الشراء ٠ أما الوقت الأفضل لاصدار الأمر بالطلبية فقد نوقش دائما بالارتباط بنقطة اعادة الطلب ومخزون الأمان ،

والواقع أننا نبحث عن أفضل تبادل بين الفئتين التاليتين من التكاليف :
(تكاليف الاحتفاظ بالمخزون ، وتكاليف عدم الاحتفاظ بمخزون كان)
وتوضح نقطة أعادة الطلب متى نصدر الامر أو متى نبدأ الانتاج لتعويض المخزون المستنفذ ،
وهذه النقطة تعتمد على ثلاثة عوامل :
الحجم الاقتصادى للطلبية (الحجم الاقتصادى لدورة الانتاج) ، وقت الانتظار ،
ومعدل الاستخدام خلال فترة الانتظار .

ويعرف وقت الانتظار بأنه الفترة بين وقت أصدار الأمر والوقت الذى يتم فيها الاستلام الفعلى من المورد أو من خط الانتاج .

١١ - ٤ - ١ - ٠ الاستخدام الثابت خلال فترة الانتظار :

اذا كان معدل الاستخدام خلال فترة الانتظار معروفا بالتأكيد ، فانه يمكن تحديد نقطة أعادة الطلب على أساس المعادلة الآتية :

نقطة أعادة الطلب = وقت الانتظار × معدل الاستخدام خلال وحدة الزمن .

مثال : فى منشأة الاخلاق يبلغ الحجم الاقتصادى للطلبية ٥٠٠ وحدة ، ويبلغ وقت الانتظار ١٠ أيام ، اما معدل الاستخدام اليومى فيبلغ ٢٠ وحدة فان نقطة اعادة الطلب تتحدد كما يلى :

نقطة أعادة الطلب = وقت الانتظار × معدل الاستخدام (بالوحدات)
= ١٠ × ٢٠ = ٢٠٠ وحدة

ومعنى ذلك أنه عندما ينخفض مستوى المخزون الى ٢٠٠ وحدة تصدر المنشأة الطلبية الجديدة .
(لاحظ اننا أفترضنا ثبات معدل الاستخدام وأن طول فترة الانتظار مؤكد .

١١ - ٤ - ٢ - ٠ الاستخدام المتغير خلال فترة الانتظار :

افترضنا فى المثال السابق أن الاحتياجات الاسبوعية كانت ثابتة وبمعدل ٥٠ وحدة ومع أن بعض المنشآت تكون متأكدة من وفرة المخزون ، الا أن الحالات الشائعة هى اختلاف معدل استخدام المخزون من فترة لأخرى .
. واذا تغير استخدام المخزون من فترة لاخرى وتغيرت تبعا لذلك

الاحتياجات وكانت المنشأة تتبع اسلوب أعادة الطلب كما بينا فانها تواجه عجـــزا فـــى المخزون . فقد يحدث زيادة مفاجئة فى الطلب ، أو تأخر فى استلام المخزون أوغيرها مما يؤدى الى هبوط مستويات المخزون قبل وصول الشحنات الجديدة .

وتتخذ المنشأت التى تواجه مثل الظروف السابقة الحبطة بأن توازن الزيادة فـــى الاحتياجات نتيجة هذه الظروف بمخزون الأمان ، وهذا المخزون يعتبر بمثابة نـــوع من التأمين ضد الزيادة غير العادية فى الطلب أو المشاكل المرتبطة باستلام الطلبيات . ويتحدد حجمه على أساس الفرق بين الاحتياجات العادية والاحتياجات القصـــوى الـــتى يمكن توقعها خلال الفترة . وعلى سبيل المثال اذا كانت المنشأة فى المثال السابـــق تواجه وضعا لطلب متغير على منتجاتها ، فانها يمكن أن تحسب مخزون الأمــــان علـــى النحو التالى :

ـ الكمية الاقتصادية للطلبيـــة	٥٠٠ وحدة
ـ فترة الانتظار	٣ أسابيع
ـ متوسط الاستخدام الاسبوعى	٥٠ وحدة
ـ الحد الاقصى للوحدات المستخدمة اسبوعيا	٦٥ وحدة
ـ مخزون الامان	٤٥ وحدة

الاحتياجات القصوى المتوقعة فى الاسبوع		٦٥ وحدة
متوسط الاحتياجات فى الاسبوع		٥٠ وحدة
	الزيادة	١٥ وحدة
فترة الانتظار		٣ أسابيع
مخزون الأمان		٤٥ وحدة

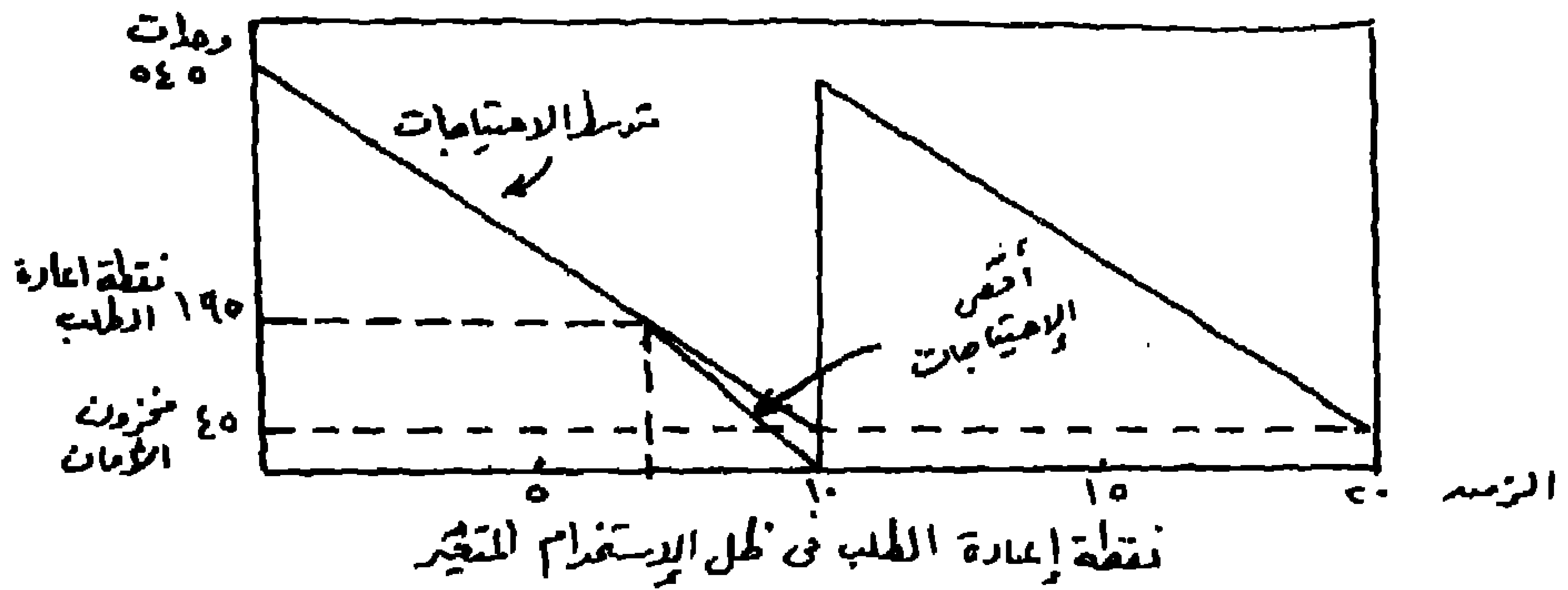
ويظهر فيما يلى كيفية تحديد نقطة اعادة الطلب على أساس هذه المعادلة شم بيانيا .

تتحدد نقطة أعادة الطلب باضافة مخزون الأمان الى متوسط الاستخدام لفترة الانتظار كلها .

نقطة اعادة الطلب = فترة الانتظار × متوسط الاحتياجات اليومية أو الاسبوعية + مخزون الأمان

نقطة اعادة الطلب = (٣ أسابيع × ٥٠ وحدة) + ٤٥ وحدة

= ١٩٥ وحدة .



نقطة إعادة الطلب فى ظل الإستخدام المتغير

أسئلة وتمارين الفصل الثالث

أولا : الأســـئلـــة :

الســؤال الأول :

أ ـ ماهى المعلومات التى تراها ضرورية فى الخطوة الأولى لاعداد الموازنة التقديريـــة الشاملة للنشاط الجارى ؟

ب ـ هل تعتقد أنه من المربح للمنشأة أن تحتفظ بحجم مخزون كبير جدا أم حجم قليـل جدا من المخزون ؟ وما الفرق بين الحجم الاقتصادى لطلبية المخزون ونقطة اعادة الطلب ؟

جـ ـ تتداخل العلاقات بين الموازنات التقديرية للنشاط وموازنات الموارد لاعداد خطـة تقديرية شاملة ـ اشـــرح •

السؤال الثانى :

ـ باعتبارك المحاسب الادارى لمنشأة النجاح ، وطلب اليك المدير العــام أن تعـــد برنامجا دراسيا للعاملين عن الموازنات التقديريـــة :

اختر ثلاثة عناصر مما سوف تتناوله فى هذا البرنامج ،واكتب عن كل منهـــا خمســـــة أســـطر •

السؤال الثـــالث :

أ ـ تعتبر الموازنة التقديرية النقدية من الموازنات الجارية لأنها تعد دوريـــا ، بينمـــا تعتبر الموازنة التقديرية للانتاج من موازنات الموارد عندما يكون الانتاج هو المصدر الوحيد للسلع التامة التى تبيعها المنشأة ـ ما رأيك ؟

ب ـ اذا تم التنبـــؤ بالمبيعات وحدد مخزون أول وآخر الفترة فانه يكون مـــن الممكـــن اعداد الموازنة التقديريـــة للانتاج علما بأن الشركة تنتج نصف مبيعاتها ، علـــق على هذه العبـــارة •

جـ ـ تحتاج الى بعض المعلومات لكى تعد الموازنات التقديرية ، وعليـــك أن تتصـــل بالمشرفين للحصول عليها ، فماذا تفعل ؟

أتذهب اليهم ـ تستدعيهم ـ تتصل بهم تليفونيا ـ ترسل اليهم خطابات ـ ترسل

أحد مساعديك ...

اختر واحدا من هذه البدائل وبرر اختيارك له وعدم اختيارك للبدائل الأخرى .

السؤال الرابع :

تظهر بعض العناصر فى حساب الدخل التقديرى دون أن تظهر فى الموازنة التقديرية للنقدية والعكس صحيح ، وتظهر عناصر أخرى فى كلا القائمتين ولكن ليس بالضرورة بنفس القيمة . علق على هذه العبارة مع ذكر مثالين لكل من المجموعات الثلاث .

السؤال الخامس :

حدد أيا من العبارات التالية يعتبر صوابا وأيها يعتبر خطأ مع تبرير وجهة نظرك فيما لا يزيد على ثلاثة أسطر على وجه التحديد .

١ ـ يتحدد الحجم الأمثل للانتاج خلال كل دورة انتاجية على ضوء المبيعات والمخزون فى بداية ونهاية الفترة .

٢ ـ تتحدد نقطة اعادة الطلب على أساس الحجم الاقتصادى للطلبية ولذلك يكون تحديدها دقيقا لارتباطها بالأسلوب الرياضى لتحديد الكمية الاقتصادية للطلب .

٣ ـ يجب الاهتمام بالمدى الأدنى للتكلفة أكثر من الاهتمام بالنقطة الأدنى تكلفة .

٤ ـ تتساوى أهمية نقطة اعادة الطلب فى حالة الاستخدام الثابت أو المتغير خلال فترة الانتظار وكذلك طريقة حسابها .

٥ ـ ينطوى تحديد الحجم الاقتصادى للطلبية على مبادلات بين التكاليف الكلية للمخزون عند الأحجام المختلفة للاحتياجات حتى يتم الوصول للحجم الاقتصادى للطلبية .

٦ ـ تصمم الموازنات التقديرية بالدرجة الأولى للمنظمات التى تواجه تعقيدات محدودة ودرجة منخفضة من عدم التأكد فى عملياتها اليومية .

٧ ـ ان السبيل الوحيد لاحكام الرقابة على النشاط الجارى هو اعداد الموازنات التقديرية الثابتة .

٨ ـ ان اشتراك المشرفين فى مراحل اعداد الموازنة التقديرية يؤدى الى أن تصبح موازنة تقديرية مرنة تعبر عن رأى مجموعة عريضة من المسئولين .

٩ ـ تختلف الموازنة التقديرية المرنة المعدلة عن الموازنة الاحتمالية في أن الأخيرة تحدد الاحتمالات المرتبطة بالأحداث وبالتالي تتحقق المرونة .

١٠ ـ يكون الدور الرئيسي لموازنة البرامج تخطيطيا بينما تؤدى موازنات المسئولية دورها الأساسي في مجال الرقابة .

ثانيا ـ التمارين :

التمرين الأول :

اعتادت شركة " الأمل " أن تطلب المواد الأولية (س) بكمية قدرها ٣٢٥٠ وحدة والتي تكفى احتياجات ستة وعشرين أسبوعا . ولقد قررت الادارة أن تغير هذا النظام الى آخر موضوع على أساس الحجم الاقتصادي لأمر الشراء . ويتم استخدام المواد بمعدل ١٢٥ وحدة أسبوعيا ، يبلغ سعر الوحدة ٥ر١ جنيه ويتكلف اصدار أمر الشراء ٥ر٧ جنيه ويمكن أن تصل الطلبية بعد ثلاثة أيام من طلبها ، وتبلغ التكلفة السنوية للاحتفاظ بالوحدة ٣ر جنيه . والمطلوب :

أ ـ أن تحسب الحجم الاقتصادي لأمر الشراء ، ونقطة اعادة الطلب .

ب ـ احسب نقطة اعادة الطلب اذا كان مخزون الأمان المطلوب وقت الانتظار المحتمل وهو خمسة أسابيع مع زيادة معدل الاستخدام الى ٢٠٠ وحدة أسبوعيا .

جـ ـ ما هو حجم المبالغ التي ستوفرها المنشأة باستخدام الطريقة الجديدة (افترض نقطة اعادة الطلب التي تم حسابها في (ب)) .

التمرين الثاني :

تقوم شركة " خالد وشركاه " بتصنيع وبيع المنتجين (س) ، (ص) . وفي سبتمبر ١٩٨١ . قام قسم الموازنات التقديرية بالشركة بجمع البيانات التالية عن تقديرات المبيعات واحتياجات الموازنة التقديرية لعام ١٩٨٢

(١) المبيعات المقدرة :

	وحدات	سعر
المنتج (س)	٦٠ر٠٠٠	٧٠ جنيه
المنتج (ص)	٤٠ر٠٠٠	١٠٠ جنيه

(٢) المخزون من المنتجات :

	المتوقع فى ١/ ١/ ٨٢	المطلوب فى ٣٠/ ١٢/ ٨٢
المنتج (س)	٢٠,٠٠٠	٢٥٠٠٠
المنتج (ص)	٨,٠٠٠	٩٠٠٠

(٣) المواد الأولية :

ــ لكى يتم انتاج وحدة واحدة من كل من المنتجين تستخدم المواد الأولية التالية :

المادة الأولية	وحدة القياس	المنتج (س)	المنتج (ص)
أ	كيلو جرام	٤	٥
ب	كيلو جرام	٢	٣
جـ	عدد	ــ	١

ــ تقديرات المواد الأولية عن عام ١٩٨٢

المادة الأولية	سعر الشراء المتوقع	المخزون المتوقع فى ١/ ١/ ٨٢	المخزون المطلوب فى ٣١/ ١٢/ ٨١
أ	٨ جنيه	٣٢,٠٠٠ كيلو	٣٦٠٠٠ كيلو
ب	٥ جنيه	٢٩,٠٠٠ كيلو	٣٢٠٠٠ كيلو
جـ	٣ جنيه	٦,٠٠٠ وحدة	٧٠٠٠ وحدة

(٤) احتياجات العمل المقدرة والمعدلات المعدة لعام ١٩٨٢

المنتج	ساعات عمل الوحدة	معدل الساعة (جنيه)
س	٢	٣
ص	٣	٤

(٥) يبلغ معدل المصروفات الصناعية ٢ جنيه لكل ساعة عمل مباشر

(٦) يقدر رصيد النقدية فى أول يناير ١٩٨٢ بمبلغ ٧٥٠,٠٠٠ جنيه .

(٧) قدرت المصروفات الصناعية بمبلغ ٩٥٠,٠٠٠ جنيه متضمنة الاهلاك الذى تبلغ قيمته ١٠٠,٠٠٠ جنيه ، ويتم سداد الباقى خلال السنة .

(٨) المبيعات جميعها نقدية ، وتقدر المصروفات العامة الادارية والبيعية بما يعادل

١٠٪ من مبيعات الفترة وتسدد عند الاستحقاق .

وتقدر الضرائب بمبلغ ٨٠٠ر٠٠٠ جنيه تدفع خلال السنة .

والمطلوب : اعداد الموازنات التقديرية : المبيعات (بالقيمة) ، الانتاج (بالوحدات) ، مشتريات المواد الأولية (بالكميات وبالقيمة) ، العمل المباشر ، النقدية للعام .

التمرين الثالث :

فيما يلى الميزانية العمومية لشركة نهضة مصر كما تظهر فى ٣١/ ١٢/ ١٩٨١ .

	جـ		جـ	
	٢٤٠٠٠٠٠	آلات ومعدات	١ر٥٨٨ر٧١٤	رأس المال
	٦٠٠٠٠٠	ـ مجمع اهلاك	٩٤٨ر٢٠٠	أرباح محجوزة
١ر٨٠٠ر٠٠٠				
		المخزون		
	٦٧٩١٤	مواد أولية (١)	٢٢٠٠٠	دائنون
	٨٠٠٠٠	انتاج تام (٢)	٣٧٠٠٠	ضرائب مستحقة
١٤٧ر٩١٤				
	٥٦٠٠٠٠	مدينون (٣)		
	٣٢٠٠٠	ـ احتياطى ديون مشكوك فيها		
٥٢٨ر٠٠٠				
١٢٠ر٠٠٠		النقدية		
٢ر٥٩٥ر٩١٤			٢ر٥٩٥ر٩١٤	

(١) تتضمن ٦٣٠٠ كيلو جرام من المادة (ع) سعر ٢ر٩٤ جنيه ، ١٢٦٠٠ كيلو جرام من المادة (ن) سعر ٣ر٩٢ جنيه .

(٢) ٤٠٠٠ وحدة سعر ٢٠ جنيه .

(٣) تتضمن ٨٠ر٠٠٠ جنيه من مبيعات الربع الثالث من عام ١٩٨١ وقدرها ١ر٠٠٠ر٠٠٠ جنيه ، ٤٨٠ر٠٠٠ جنيه من مبيعات الربع الرابع ١٩٨١ وقدرها ٦٠٠ر٠٠٠ جنيه .

وفيما يلي البيانات الخاصة بالموازنات التقديرية للشركة عن ١٩٨٢ :

أ ـ المبيعات : يبلغ سعر بيع الوحدة ٣٠ جنيه ، والمبيعات السنوية ١١٠٫٠٠٠ وحدة موزعة على الفترات المتساوية الأربع بنسبة ٢ : ٣ : ٤ : ٢ بالترتيب . وتعادل مبيعات الربع الأول من عام ١٩٨٣ مبيعات الربع الثاني من عام ١٩٨٢ .

ب ـ المخزون : يقدر المخزون التام الصنع في نهاية كل ربع سنة بما يعادل ٢٠٪ من احتياجات الربع التالي . وبالنسبة للمواد الأولية تصل النسبة السابقة الى ٣٠٪، غير أنه يراد الاحتفاظ في ٣١/ ١٢/ ١٩٨٢ بمقدار ٩٢٠٠ كيلو جرام من نوعي المواد الأولية .

جـ ـ التكاليف الصناعية : يلزم الوحدة كيلو جرام من المادة (ع) ، ضعف الكمية من المادة (ن) وعلى أساس أسعار ٣١/ ١٢/ ١٩٨١ . ويلزم للوحدة نصف ساعة عمل مباشر ، وتتكلف كل وحدتين أربعة جنيهات عمل مباشر ، ستة جنيهات مصروفات صناعية متغيرة ، وتبلغ التكاليف الثابتة السنوية ٤٧٢٦٤٠ جنيه وتتضمن اهلاك ١٢٢٠٠٠ جنيه .

د ـ التكاليف البيعية والادارية : عمولات وتوزيع بمعدل ٣ جنيه للوحدة ، اعلان ٢٠٫٠٠٠ جنية سنويا ، ادارية ٤٠٫٠٠٠ جنيه سنويا .

هـ ـ المدفوعات النقدية : تشترى المواد الأولية بشروط ٢/ ١٠ صافى ٣٠ يوم وتحصل الشركة دائما على الخصم وتقيد الصافى . يدفع ٩٠٪ من تكلفة المشتريات خلال الربع الذى يتم فيه الشراء والباقى خلال الربع التالى . أما سعر الكتالوج للوحدة من المادة (ع) ، المادة (ن) فيبلغ ٣ جنيه ، ٤ جنيه على التوالى . وتتم المدفوعات الأخرى عند استحقاقها ماعدا ضرائب الدخل التى تسدد خلال الربع التالى .

و ـ المتحصلات النقدية : تتم المبيعات على أساس ٢٠٪ نقدا ، ٨٠٪ على الحساب ، وترسل الفواتير للعملاء فى اليوم الأول من الربع التالى بشروط ٢/ ١٠ صافى ٦٠ يوم . ويتم تحصيل ٥٠٪ من قيمة الفواتير خلال فترة الخصم ، ٤٠٪ يتم استلامها بعد فترة الخصم ولكن خلال ربع السنة الذى صدرت فيه الفاتورة ، ٧٫٥٪ تسدد خلال الربع التالى ، ٢٫٥٪ لا تستلم إطلاقا (ديون معدومة) ويتم اعدامها فى

نهاية الربع الثانى التالى للبيع • كما يتم تكوين احتياطى للديون المشكوك فيها بنسبة ٢٠٪ من المبيعات عند وقت البيع • وطبقا لما تتطلبه مصلحة الضرائب يسجل الخصم المسموح به خلال ربع السنة الذى يمنح فيه •

ز ـ معلومات أخرى : يفترض أن الأسعار والتكاليف والتقنية ثابتة ، وتبلغ ضريبة الدخل ٤٠٪ ، يتم توزيع أرباح مقدارها ٢٠٫٠٠٠ جنيه كل ربع سنة ، وسوف يتم شراء معدات جديدة تكلفتها ٣٠٠٫٠٠٠ جنيه فى نهاية عام ١٩٨٢ •

والمطلوب :

(١) اعداد الموازنات التقديرية : للمبيعات ، الانتاج ، المواد الأولية المباشرة، المصروفات الصناعية ، المصروفات البيعية والادارية •

(٢) اعداد قائمة الدخل التقديرية ، الموازنة التقديرية للنقدية ، والميزانية العمومية التقديرية فى ٣١/ ١٢/ ١٩٨٢ •

التمرين الرابع :

تم انشاء معهد تدريب على أعمال الفنادق ، وتعاونت محافظة الاسكندرية مع وزارة السياحة على تخطيط وتنفيذ مشروع المعهد من عدة سنوات ، وفيما يلى توضح الموازنة التقديرية لنفقات المعهد عن السنة المنتهية فى ٣٠/ ٦/ ١٩٨٣ :

نفقات النشاط الجارى

	جنيه	جنيه
التعليم		
عام	١٫٤٠١٫٦٠٠	
تدريب مهنى	١١٢٫٠٠٠	١٫٥١٣٫٦٠٠
خدمات الطلبة		
نقل بالاتوبيسات	٣٦٫٣٠٠	
تغذية بالمعهد	٥١٫٧٠٠	
		٨٨٫٠٠٠
رعاية وخدمات طبية		١٤٫٠٠٠
نفقات الادارة		٤٦٫٠٠٠

	جنيه	جنيه
تشغيل وصيانة المعهد		٢٠٨ر٠٠٠
اعاشة وتأمين وخلافه		١٥٤ر٠٠٠
مجموع نفقات النشاط الجارى		٢ر٠٢٣ر٦٠٠
نفقات أخرى		
انشاءات رأسمالية (من الايرادات)	٧٥ر٠٠٠	
سداد قرض (الأصل والفوائد)	١٥٠ر٠٠٠	٢٢٥ر٠٠٠
		٢ر٢٤٨ر٦٠٠

وقد أتيحت البيانات التالية :

(١) يبلغ المتوسط المقدر لعدد الطلبة المفيدين من دائرة المحافظة ٥٠٠٠ طالب منهم ٢٠٠ طالب مقيدين فى برنامج تدريب مهنى .

(٢) تتضمن الايرادات المقدرة منح من المحافظة تعادل ١٥٠ جنيه عن كل طالب وقد قررها المجلس الشعبى ضمن خطة لتشجيع مستوى التعليم الفنى .

(٣) تتحمل وزارة السياحة ٦٠٪ من منح المحافظة بالنسبة لطلبة برنامج التدريب المهنى كما تتحمل تكاليف النقل بالاتوبيسات والتغذية بحد أقصى ١٢ جنيه عن كل طالب على أساس العدد الكلى للمقيدين من دائرة المحافظة ودون أن يزيد على $\frac{2}{3}$ ٦ ٪ من منحة المساعدة التى تقدمها المحافظة لكل طالب .

(٤) تقدر الفائدة على الاستثمارات الحالية من الايجارات بمبلغ ٧٥٠٠٠ جنيه ، وتكلفة اقتناء المعدات الخاصة سوف تكون محدودة بالمبالغ التى يتم الحصول عليها من هذه الايرادات المتنوعة .

(٥) يتم الحصول على بقية الأموال اللازمة لتمويل النفقات المقدرة بالموازنة فيتم الحصول عليها من الضرائب المحلية ، ويكون من الضرورى اجراء سماح يعادل ٩٪ من حصيلة الضرائب المحلية للاعفاءات والخسائر المتوقعة فيها .

والمطلوب :

(١) اعداد جدول لتقدير مجموع الأموال اللازمة من الضرائب المحلية للسنه الدراسية ٨٢ ـ ٨٣ للمعهد .

(٢) حساب تكلفة النشاط الجارى لكل طالب منتظم وكل طالب تدريب مهنى والتى يجب مقابلتها بأموال الضرائب المحلية ، افترض توزيع النفقات غير التعليمية على جميع الطلبة بالتساوى .

(٣) بدون التقيد باجابتك فى (١) افترض أن حصيلة الضرائب المقدرة لتغطية احتياجات المعهد لعام ٨٢/ ٨٣ تبلغ ٠٠٠ر٠٩٢ر١ جنيه ، فالمطلوب تحديد معدل الضرائب المحلية اللازمة لهذا الفرض .

التمرين الخامس :

تحتاج "شركة غادة" الصناعية الى ٠٠٠ر١٠٠ وحدة من المادة (ع) كل عام . وتستخدم المادة فى الانتاج على مدار العام بمعدل ثابت . وتوضح أحد الدراسات التى أجرتها الشركة أن تكاليف الاحتفاظ بوحدة من المادة (ع) تبلغ ٦ر جنيه سنويا . كما قدرت الشركة تكاليف اصدار أمر شراء المادة (ع) بمبلغ ٧٥ جنيه . ويلزم للطلبية ستة أيام فى المتوسط حتى يتم استلامها من المورد ، غير أنه أحيانا لم تصل الطلبيات حتى تسعة أيام ، ونادرا ما لا تصل حتى ١١ يوما . وتبلغ تكلفة الوحدة من المادة (ع) ٤ جنيه . وتعمل الشركة فى المتوسط ٣٦٠ يوما فى السنة .

والمطلوب :

١ ـ حساب الكمية الاقتصادية للطلبية .
٢ ـ ماهو حجم مخزون الأمان الذى تنصح به الشركة ؟ ولماذا ؟
٣ ـ تقدير التكاليف الكلية السنوية المرتبطة بطلب المادة (ع) والاحتفاظ بها .

التمرين السادس :

تقوم شركة الطفل السعيد بانتاج وبيع بعض انواع لعب الاطفال ، وتقدم الشركة عن طريق مهندسيها الاكفاء بتصميمهم اللعب ، وقد أظهرت الخبرة الماضية أن دورة الحياة الانتاجية للعبة ثلاثة سنوات . وقد أدى الترويج خلال السنوات الاولى الى ضخامة مبيعاتها ، ولكن شهدت السنة الاخيرة اضمحلالا . ويقسم الطلب على اللعب الى ثلاث فئات : حوالى ٣٠٪ فوق التوقعات ، ٦٠٪ ماتم التنبؤيه ، ١٠٪ قبول

المستهلك لها محدودا ٠ وقد قررت الادارة أن تنتج لعبة جديدة وفيما يلى توقعات المبيعات الخاصة بها ٠

طلب المستهلك على اللعبة الجديدة	الاحتمال	المبيعات المقدرة (ألف وحدة)		
		١٩٨٢	١٩٨٣	١٩٨٤
فوق المتوسط	٣٠٪	١٢٠٠	٢٥٠٠	٦٠٠
متوسط	٦٠٪	٧٠٠	١٧٠٠	٤٠٠
تحت المتوسط	١٠٪	٢٠٠	٩٠٠	١٥٠

وتقدر التكاليف الصناعية المتغيرة بواقع ٣٠٪ من المبيعات ٠ اما التكاليف الصناعية الثابتة المرتبطة بالانتاج الجديد ــ وبخلاف الاهلاك ، فتبلغ ٠٠٠ر٥٠ جنيه سنويا وتحتاج الشركة لآلة جديدة تتكلف ٠٠٠ر٨٦٠ جنيه تتم أقامتها فى ١/١/١٩٨٢ لانتاج اللعبة الجديدة وتستهلك على أساس قسط سنوى (جزء من مجموع ارقام السنوات) ولايوجد للآلة استخدام آخر ٠ وتباع فى نهاية السنة الثالثة بعيمها خردة والمقدرة بمبلغ ٠٠٠ر١١٠ جنيه ٠ وسوف يتم أستغلال الجزء الخالى من المصنع والذى ليس له أستخدام آخر ، أما الايجار الذى يدفع مقابلة فهو ٠٠٠ر٢٠ جنيه سنويا وقد توقعت الشركة أن مصروفات الترويج تبلغ ٠٠٠ر١٠٠ جنيه ، ٠٠٠ر١٥٠ جنيه ، ٠٠٠ر٥٠ جنيه بترتيب السنوات ٠

المطلوب :

(١) اعداد الموازنة التقديرية للعبة الجديده عن كل سنة ، آخذا فى الاعتبارات احتمالات المبيعات ٠

(٢) اعداد قائمة تقديرية للدخل لبرنامج اللعبة الجديدة ٠

الفصل الرابع

اتخاذ القرارات فى مجال تخطيط الأرباح

١ـ مقدمــة :

يرتبط اصطلاح الحجم الذى ناقشناه فى دراستنا للموازنات التقديرية باصطلاح الطاقة . وتتكون الطاقة من المقدار الثابت لامكانيات الانتاج او الافراد فى منظمه ما والذين يلتزمون بعملياتها . والحجم هو استعمال الطاقة . وكلاهما يعبر عن نقطة مستهدفة ، وتمثل مجالا لاهتمام الموازنات التقديرية . ولقد استخدمنا ـ فى الموازنات التقديرية ـ مقاييس عديدة للحجم ، مثل : عدد وحدات الانتاج ، ساعات العمل ، وحدات المواد ، والتكاليف النقدية لكل من هذه المدخلات ويعتبر لمقياس الحجم أهمية أولى فى اعداد الموازنات التقديرية . وقد يرجع ذلك لارتباط بعض عناصر التكاليف بالحجم دون الأخرى . ومع أن هناك عوامل أخرى تؤثر فى التكاليف ، الا أنه عادة يتم الاهتمام بعلاقتها مع الحجم . وفى هذا الفصل من الدراسة نتناول تحليل التكلفة / الحجم / الربح ، والذى يمثل محورا هاما لتخطيط الارباح واتخاذ القرارات بما يتضمنه ذلك مجالات استخدام تحليل التعادل ومناقشة لافتراضات التى يقوم عليها واخيرا سوف نتناول اتخاذ القرار فى مجال التسعير ومفاهيم التكاليف لاغراض القرارات .

٢ـ تحليل علاقات التكلفة / الحجم / الربح :

يقوم تحليل التكلفة / الحجم / الربح على افتراض ثبات سعر البيع ، وامكانية فصل التكاليف الى عناصرها الثابتة والمتغيرة بدرجة مقبولة من الدقة ، ولا يكتفى بخصائصها خلال المدى الذى يتناوله التحليل . وفى حالات تعدد المنتجات ، يفترض أن تظل نسب كل منها ثابتة فى تشكيل الاحجام المختلفة .

والتكاليف المتغيرة هى التى يتغير مجموعها تبعا للتغيرات فى حجم الانتاج ، أو حجم المبيعات ، أو أى مقياس أخر للحجم . فتعنى الزيادة فى مخرجات الانتاج زيادة متناسبة فى التكاليف المتغيرة للانتاج . والتكلفة المتغيرة لانتاج الوحدة تعادل التكلفة الحدية أو التكلفة المضافة لانتاج وحدة اضافية واحدة عندما يزيد الحجم . ومعنى ذلك أن المحاسبين يفترضون أن التكلفة الحدية أو المضافة لانتاج كل وحدة اضافية تكون ثابتة خلال الفترة الزمنية المعينة ، غير أنه علينا ان ندرك أن التكاليف المتغيرة لاتعبر عن التكاليف المضافة لها خلال المدى الكلى للاحجام الممكنه من النشاط . وانما يكون ذلك لتعبير صحيحا خلال المدى الملائم للنشاط ، ومعنى ذلك أن المدى من الحجم

الذى نتوقع أن تظل خلاله تقديراتنا لمسلك التكلفة الصحيحة • ويختلف المدى الملائم باختلاف المنشآت ، كما يختلف بالنسبة للمنشأة الواحدة خلال الفترات المتتالية •

والتكاليف الثابتة هى تلك التى لا تتأثر بالتغيرات فى الحجم ، وباختصار تبقى ثابتة بصرف النظر عن التغيرات فى حجم الانتاج • ويشير الاصطلاح ايضا الى التكاليف اللازمة للمحافظة على الطاقة خلال فترة زمنية معينه • وفى المدى الطويل تصبح كل التكاليف متغيرة ، لأن الامكانيات التى تقدم الطاقة للانتاج يجب أحلالها ، كما أن حجمها سوف يستجيب فى المدى الطويل للتغيرات فى الحجم • ولهذا نجد أن من الأهمية بمكان أن يقترن الحديث على مسلك التكاليف بتحديد الفترة الزمنية موضع الاعتبار •

ترتبط التكاليف الثابتة بالمدخلات التى لا تتطلب استجابة للتغيرات فى النشاط الكلى أو مخرجات المنشأة ونميز فيها عنصرين :

التكاليف الثابتة الملزمة : Committed Fixed Costs

وهى التى ينطوى عليها تقديم الطاقة ، وتظهر نتيجة اقتناء الأصول المنتجة للطاقة مثل المبانى والمعدات وغيرها مما يستخدم لفترات طويلة من الزمن ، وبالاضافه تشمل التكاليف الثابتة الملزمة عناصر ضرائب الملكية ، التأمين مرتبات الافراد الرئيسيين والاهلاك • ولا يمكن تخفيض التكاليف الثابتة الملزمة بدرجة جوهرية دون التأثير على طاقة المشروع فى استمرار عملياته بالمستوى الحالى • وقد تباع معدات أو يسرح مديرين لتخفيض التكاليف فى المدى القصير ، غير أنه نادرا ما يتم تخفيض التكاليف الثابتة الملزمة بهذا الاسلوب •

التكاليف الثابتة الاختيارية : Discritionary Fixed Costs

وتسمى احيانا التكاليف المبرمجة : Programmed Costs ، أو التكاليف الخاضعة للادارة Managed Costs ، وهى نتيجة لقرارات ادارية لتنفيذ بعض الانشطة مثل البحوث والتطوير ، برامج التدريب ، الاستشارات ، الاعلان ، ترويج المبيعات • ويتم تحمل مثل هذه التكاليف أو تخفيضها وفقا لاختيار الادارة •

وعندما تكون التكاليف ثابتة فى خلال مدى من النشاط ، ثم تنتقل لمستوى جديد عند تغير النشاط فأنها تسمى تكاليف متدرجة ، وترجع طبيعة هذا النوع من التكاليف لعدم قابلية بعض المدخلات للتجزئة وتختلف معالجتها بحسب مقدارها

والتكاليف المختلطة هي التى تتركب من عناصر ثابتة وعناصر متغيرة ، وغالبا مايعبر الجزء الثابت من التكاليف المختلطة عن تكلفة للطاقة ، بينما يتأثر العنصر المتغير بالتغيرات فى حجم النشاط ، وقد تسمى أحيانا التكاليف شبة متغيرة ٠

ويعتبر الربح المباشر محور نظرية التكاليف المباشرة أو المتغيرة ، ويقاس ببساطة على انه الفرق بين الايرادات والتكاليف المتغيرة ٠

الربح المباشر = الايرادات - التكاليف المتغيرة ٠

وقد تحدد التكاليف المتغيرة لتشمل التكاليف المتغيرة الصناعية فقط ٠ وبذلك يكون

الربح المباشر الصناعى = الايرادات - التكاليف الصناعية المتغيرة

ويكون هذا المفهوم للربح ملائما حينما تهتم الادارة بدراسة علاقات التكلفة / الحجم / لنشاط الانتاج فقط ، وخاصة حينما تدرس خطوط الانتاج فى المنشأة ٠

وقد تشمل التكاليف المتغيرة جميع العناصر المتغيرة (صناعية ، بيعية، ادارية) وبذلك يكون :

الربح المباشر = الايرادات - التكاليف المتغيرة

ويكون هذا المفهوم ملائما حينما تهتم الادارة بعلاقات التكلفة / الحجم فى المنشأة كوحدة ، وهنا تصبح التكاليف غير الصناعية المتغيرة ملائمة ، مثلها مثل ذلك الصناعية المتغيرة ٠ وبالنسبة للوحدة فان الربح المباشر يحدد كما يلى :

الربح المباشر الصناعى للوحدة = سعر البيع - التكلفة الصناعية المتغيرة للوحدة ٠

الربح المباشر للوحدة = سعر البيع - التكاليف المتغيرة الصناعية وغير الصناعية

بعض التعريفات :

* المدخل الحدى Contribution Approach : وهو يعتبر أحد أشكال التقارير الداخلية التى توضح علاقات التكاليف / الربح / الحجم ٠ وتستخدم التكاليف المتغيرة والتكاليف الثابتة كأسس رئيسية لتبويبها الغائمة الحدية ٠

* الربح المباشر أو هامش الربح Contribution Margin : هو الفرق الحسابى بين الايرادات والتكاليف المتغيرة ، والذى يعبر عن المقدار المتاح لمقابلة التكاليف الثابتة أولا ثم المساهمة فى الأرباح ٠ والربح المباشر للوحدة هو الفرق بين السعر والتكلفة المتغيرة للوحدة ٠

* معدل الربح المباشر Contribution - Margin Ratio : وهـو معدل الربح المباشر الى الايرادات ، أو معدل الربح المباشر للوحدة الى السعر. ويعبر هذا المعدل عن النسبة من كل جنيه من المبيعات التى تساهم أولا فى تغطية التكاليف الثابتة ثم تحقيق الربح .

* معدل الربح المباشر أو معدل هامش الربح Contribution Margin Ratio كما أنه يمكن التعبير عن العناصر الأساسية فى التحليل الحدى على أساس قيمتها فانه يمكن التعبير عنها فى صورة نسب مئوية

* يسمح مدخل الربح المباشر بالتعرف على كيفية مساهمة المنتجات المختلفة فى استرداد التكاليف الثابتة وتحقيق الأرباح . وتظهر القائمة التالية الربح المباشر على أساس خطوط الانتاج .

	أ	ب	ج	اجمالى
	١٠ وحدات	٢٠ وحدة	٥٠ وحدة	
المبيعات	٣٠٠٠	٤٠٠٠	٥٠٠٠	١٢٠٠٠
التكالفة الصناعية المتغيرة	٢٥٠٠	٢٤٠٠	٢٥٠٠	٧٤٠٠
الربح المباشر الصناعى	٥٠٠	١٦٠٠	٢٥٠٠	٤٦٠٠
تكاليف غير صناعية متغيرة	٥٠٠	٦٠٠	١٠٠٠	٢١٠٠
الربح المباشر	٠٠٠	١٠٠٠	١٥٠٠	٢٥٠٠
تكاليف ثابتة مباشرة	٣٠٠	٤٠٠	٣٠٠	١٠٠٠
صافى الربح القطاعى	(٣٠٠)	٦٠٠	١٢٠٠	١٥٠٠
تكاليف ثابتة موزعة	٢٠٠	٤٠٠	٤٠٠	١٠٠٠
صافى الربح	(٥٠٠)	٢٠٠	٨٠٠	٥٠٠

ونظرا لأن التكاليف الثابتة لا تتغير بتغيرات الحجم ، فان البيانات الهامة هى تلك التى تظهر مدى مساهمة المنتجات المختلفة (خطوط الانتاج) فى أرباح الشركة .

المنتج (أ) لايساهم ، أما المنتج (ب) فيحقق ربح حدى ٥٠ جنيه عن كل وحدة ، ويبلغ معدل الربح الحدى ٣٠٪ (١٥٠٠ ÷ ٥٠٠٠) . وعلى ذلك فان المنتج (أ) لايساهم فى أرباح الشركة ، ولابد وأن الشركة سوف تكون أفضل عندما تنتجه . أما كلا المنتجين (ب) ، (جـ) فهما مربحان ، على أن المنتج (ب) يحقق أعلى هامش ربح للوحدة .

وتوضح القائمة السابقة نقطة هامة ، فنجد أن بعض التكاليف الثابتة يمكن التعرف عليها باعتبارها تكاليف ثابتة قطاعية تخص منتج معين أو خط انتاجى معين ، وظهرت تحت اسم تكاليف ثابتة مباشرة ، ذلك أنها مباشرة بالنسبة للخط الانتاجى . أما التكاليف الثابتة الأخرى فقد ظهرت باعتبارها تكاليف ثابتة موزعة . وتعتبر التكاليف الثابتة المباشرة بمثابة تكاليف يمكن تجنبها اذا ماتوقف انتاج خط معين . وحينما توجد قابلية لفصل التكاليف الثابتة المباشرة على النحو السابق ، فان هامش الربح للمنتج (خط الانتاج) سوف يمثل مقياسا لمساهمته فى الأرباح .

وحيث تكون المنشأة قد التزمت فعلا بالتكاليف الثابتة القابلة للفصل (المباشرة) فان التكاليف الثابتة المرتبطة مباشرة بخط الانتاج تصبح غير ملائمة . وعلى متخذ القرار أن يدرس صافى الربح القطاعى . وفى تلك الحالات التى لم تلتزم فيها المنشأة بالتكاليف الثابتة المباشرة ، فان الربح المباشر الصناعى يكون ملائما .

٣ـ تحليل التعادل :

يقصد بالتعادل تساوى حدثين ، أما موضوع التعادل (الحدثين) فهما ايرادات المنشأة وتكاليفها ، ويقاس كميا بمقدار من المبيعات (الايرادات) ، ويعبر عنه بالحجم أو القيمة · وعندما يعد الرسم بيانى تمثل فيه الايرادات والتكاليف على المحور الرأسى ، وحجم المبيعات على المحور الافقى ، فان نقطة التعادل هى التى يتقاطع عندها خط الايرادات مع خط التكاليف الكلية ، حيث تتساوى الايرادات الكلية من المبيعات مع التكاليف الكلية لها · وعندما تعمل المنشأة عند نقطة التعادل فانها لاتحقق ارباحا أو خسائر ·

المبيعات = التكاليف المتغيرة + التكاليف الثابتة + صافى الربح

المبيعات ـ التكاليف المتغيرة ـ التكاليف الثابتة = صافى الربح

وعند التعادل :

المبيعات ـ التكاليف المتغيرة ـ التكاليف الثابتة = صفر

∴ الربح المباشر = التكاليف الثابتة

وعلى ذلك يمكن استخلاص العلاقات التالية :

$$\text{حجم التعادل} = \frac{\text{التكاليف الثابتة}}{\text{الربح المباشر للوحدة}}$$

$$\text{، قيمة التعادل} = \frac{\text{التكاليف الثابتة}}{1 - \dfrac{\text{التكاليف المتغيرة}}{\text{سعر البيع}}}$$

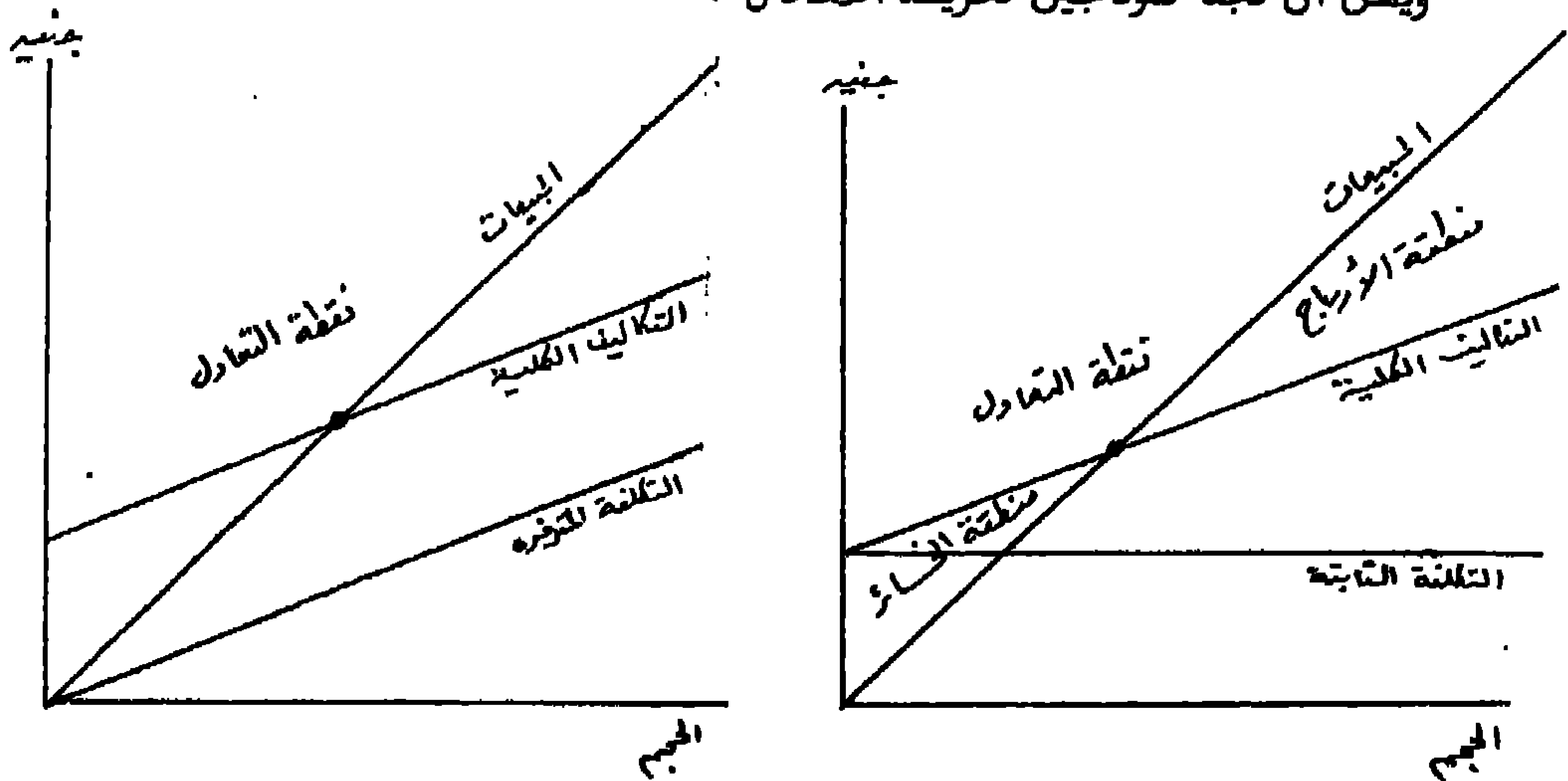
ومن المعادلة السابقة نجد ان :

$$\text{قيمة التعادل} = \frac{\text{التكاليف الثابتة}}{\text{نسبة الربح المباشر}}$$

* خريطة التعادل Breakeven Chart وهى عبارة عن عرض بيانى لعلاقات التكلفة / الحجم / الربح خلال المدى الملائم مع التركيز الخاص على النقطه التى تتساوى فيها التكاليف الكلية مع الايرادات الكلية ٠

* نقطة التعادل Breakeven Point هى نقطة تقع على خريطة علاقة التكلفة / الحجم / الربح حيث تتساوى التكاليف الكلية بدقة مع الايرادات الكلية ٠

ويمكن أن نجد نموذجين لخريطة التعادل :



٤ــ نماذج الاستخدامات المختلفة لتحليل التكلفة/الحجم/الربح وتحليل التعادل :

نتناول في هذا الجزء النماذج المختلفة لاستخدام : تحليل التكلفة/ الحجم/ الربح وتحليل التعادل • وسوف يكون عرضنا لهذه النماذج من خلال امثلة عددية توضح كيفية الاستخدام •

وفي اطار هذا التحليل (تحليل التعادل) يمكن ان نحصل على اجابات للأسئلة التالية :

• ماهو حجم العمليات المطلوب لتحقيق ربح معين في ظل أسعار معينة وهيكل تكاليف معين ؟

• اذا انخفضت الأسعار بنسبة معينة ، ماهي الزيادة في الحجم اللازمة للمحافظة على المستوى السابق للأرباح ؟

• اذا أمكن تخفيض التكاليف المتغيرة عن طريق تطبيق الآلية (ومن ثم زيادة التكاليف الثابتة) ماهو حجم التخفيض المطلوب لتحقيق حجم معين من الأرباح ؟ وبافتراض أن المستوى الحالي للعمليات سيستمر في المستقبل ؟

• اذا زادت التكاليف المتغيرة بنسبة معينة ، فما هو تأثير ذلك على الأرباح بافتراض أن الحجم سوف يزيد بنسبة معينة ؟

مثال :

* تقوم شركة النصر بتصنيع وبيع نوع معين من أجهزة الراديو ، ويبلغ سعر البيع ٦٥ جنيه وتبلغ التكاليف المتغيرة ٤٠ جنيها تشمل المواد الاولية والعمل المباشر والمصروفات الصناعية المتغيرة ، وتبلغ ٢٠ جنيه ، ١٥ جنيه ، ٥ جنيه على التوالي • وتبلغ المصروفات الصناعية الثابتة ٢٥٠,٠٠٠ جنيه سنويا •

وتتضمن المصروفات البيعية والادارية جزءا متغيرا يعادل ٥ جنيه لكل وحدة منتجة يتم بيعها ، ويبلغ الجزء الثابت ٥٠,٠٠٠ جنيه سنويا ، يتم تحديد نقطة التعادل كما يلي :

التكاليف المتغيرة للوحدة : مواد أولية + عمل مباشر + م٠ص متغيرة + م٠ بيعيه وادارية متغيرة = ٢٠ + ١٥ + ٥ + ٥ = ٤٥ جنيه

الربح المباشر للوحدة = ٦٥ ـ ٤٥ = ٢٠ جنيه

التكاليف الثابتة = ٢٥٠،٠٠٠ + ٥٠،٠٠٠ = ٣٠٠،٠٠٠ جنيه

حجم التعادل (وحدات) = التكاليف الثابتة / الربح المباشر للوحدة = ٣٠٠،٠٠٠ / ٢٠ = ١٥،٠٠٠ وحدة

قيمة التعادل (جنيهات) = ١٥،٠٠٠ وحدة × ٦٥ جنيه = ٩٧٥،٠٠٠ جنيه

وهى نفس النتيجة اذا ما استخدمنا المعادلة :

نقطة التعادل (بالقيمة) = التكاليف الثابتة / نسبة الربح الحدى

= ٣٠٠،٠٠٠ / (٢٠ / ٦٥) = ٣٠٠،٠٠٠ × ٦٥ / ٢٠ = ٩٧٥،٠٠٠ جنيه

* ماهو حجم المبيعات الضرورى لتحقيق صافى ربح ٥٠،٠٠٠ جنيه

يتحقق هذا الربح عندما يكون الربح المباشـــــر مساويا ٣٥٠،٠٠٠ جنيه (التكاليف الثابتة + الربح المستهدف)٠

ويكون : الحجم المطلوب = ٣٥٠،٠٠٠ ÷ ٢٠ = ١٧٥٠٠ وحدة

* ماهو حجم الربح المحقق عند مبيعات ٢٠،٠٠٠ وحدة ؟

يتحدد ذلك الربح كما يلى :

٢٠،٠٠٠ وحدة (٦٥ ـ ٤٥) ـ ٣٠٠،٠٠٠ = (١٠٠،٠٠٠)جنيه "خسارة"٠

* ماهو حجم الزيادة فى نقطة التعادل نتيجة تخفيض سعر البيع بمقدار ١٥٪ يصبـــح سعر البيع للوحدة ٨٥٪ × ٦٥ جنيه = ٥٥،٢٥ جنيه

ويظهر خط مبيعات جديد بميل آخر ، أما حجم التعادل فيصبح كما يلى :

حجم التعادل الجديد = ٣٠٠،٠٠٠ / (٥٥،٢٥ ـ ٤٥) = ٢٩،٢٦٩ وحدة

أى بزيادة قدرها : ٢٩،٢٦٩ ـ ١٥٠٠٠ = ١٤،٢٦٩ وحدة

* ماهى الزيادة فى حجم التعادل نتيجة زيادة تكلفة العمل المباشر ١٠٪
التكلفة المتغيرة للوحدة = ٤٥ + (١٠٪ × ١٥) = ٤٦٫٥ جنيه
∴ حجم التعادل = ٣٠٠٠٠٠ / (٦٥ - ٤٦٫٥) = ١٦٢١٧ وحدة
أى بزيادة قدرها ١٢١٧ وحدة

* تحديد الربح المباشر الناتج من زيادة معينة فى حجم المبيعات :
مثال : افترض البيانات التالية :
التكاليف الثابتة ٢٠٫٠٠٠ جنيه ، التكلفة المتغيرة للوحدة ٨٫٤ جنيه ، سعر البيع ١٠٫٥ جنيه.وأنه يراد تحديد الربح الحدى الناتج من زيادة قدرها ١٥٧٥٠جنيه فى المبيعات .
الربح المباشر = ١٠٫٥ - ٨٫٤ = ٢٫١ جنيه
∴نسبة الربح المباشر = ٢٫١ / ١٠٫٥ × ١٠٠ = ٢٠٪ .
الربح المباشر الناتج من زيادة قدرها ١٥٧٥٠ جنيه فى المبيعات
= ٢٠٪ × ١٥٧٥٠ = ٣١٥٠ جنيه .

مثال : تنتج أحدى الشركات منتجا وحيداً تبيعه بسعر ١٫٢٥ جنيه وتبلغ التكلفة المتغيرة للوحدة ٠٫٧٥ جنيه ، وتبلغ التكاليف الثابتة السنوية ٣٠٫٠٠٠ جنيه .
وعلى ذلك يكون :

نقطة التعادل (وحدات) = ٣٠٫٠٠٠ / (١٫٢٥ - ٫٧٥) = ٦٠٫٠٠٠ وحدة

نقطة التعادل بالقيمة = ٦٠٫٠٠٠ × ١٫٢٥ = ٧٥٫٠٠٠ جنيه
ويمكن تحديد نقطة التعادل على أساس :

معدل الربح المباشر = ٫٥ / ١٫٢٥ = ٤٠٪

∴نقطة التعادل = ٣٠٫٠٠٠ / ٤٠٪ = ٧٥٠٠٠ جنيه

وقد أوضحنا سابقا أن نقطة التعادل تتأثر بالتغيرات التى تحدث فى أى من عناصر

التكاليف الثابتة أو المتغيرة أو سعر البيع . ويمكن القول بصفة عامة أنه بزيادة معدل الربح المباشر تنخفض نقطة التعادل ، كما أنه كلما زادت التكاليف الثابتة ترتفع نقطة التعادل ويمكن أن نتناول بأختصار أثر مجموعة من المتغيرات على نقطة التعادل — بافتراض بيانات المثال السابق بالاضافة للبيانات التالية فى كل حالة :

أ ــ زيادة سعر البيع الى ٥٠ر١ جنيه

∴ نقطة التعادل = ٣٠٫٠٠٠ ÷ (٥ر١ ــ ٧٥ر) = ٤٠٫٠٠٠ وحدة

ب ــ زيادة التكاليف المتغيرة الى ٩٥ر٠ جنيه

∴ نقطــة التعادل = ٣٠٫٠٠٠ ÷ (٢٥ر١ ــ ٩٥ر٠) = ١٠٠٫٠٠٠ وحدة

جـ ــ افترض زيادة التكاليف الثابتة بمقدار ٣٠٠٠ جنيه

∴ نقطة التعادل = (٣٠٫٠٠٠ + ٣٠٠٠) ÷ (٢٥ر١ ــ ٧٥ر) = ٦٦٫٠٠٠ وحدة

د ــ افترض زيادة السعر الى ٥ر١ جنيه ، زيادة التكلفة المتغيرة الى ٩٥ر جنيه و التكاليف الثابتة بمقدار ٦٠٠٠ جنيه .

∴ نقطة التعادل = ٣٣٠٠٠ ÷ (٥ر١ ــ ٩٥ر) = ٦٠٫٠٠٠ وحدة

* حجم المبيعات اللازم لتعويض معين فى سعر البيع :

بافتراض بيانات المثال السابق ، ماهو حجم المبيعات اللازم لتعويض نقص مقداره ٤٢ر جنيه فى سعر البيع للمحافظة على الأرباح المحققة من بيع ٢٠٫٠٠٠ وحدة حاليا ؟

الربح المباشر = ١ر٢ جنيه × ٢٠٫٠٠٠ وحدة = ٤٢٫٠٠٠ جنيه

أو باستخدام نسبة الربح المباشر :

٢٠٪ × ٢٠٫٠٠٠ وحدة × ٥ر١٠ جنيه = ٤٢٫٠٠٠ جنيه

الأرباح المحققة حسب المستوى الحالى = ٤٢٠٠٠ ــ ٢٠٫٠٠٠ = ٢٢٠٠٠ جنيه

حجم المبيعات اللازم لتعويض النقص فى سعر البيع

= (الربح المطلوب + التكاليف الثابتة) ÷ (١ ــ (المعدل الحالى للتكلفة المتغيرة ÷ (١ ــ النسبة المئوية للتخفيض فى سعر البيع)))

$$= \frac{٢٠ر٠٠٠ + ٢٢ر٠٠٠}{١ - \frac{٠ر٨٠}{١ - \frac{٠ر٤٢}{١٠ر٥}}} = \frac{٤٢٠٠٠}{١ - \frac{٠ر٨٠}{١ - ٠ر٠٤}}$$

$$= \frac{٤٢٠٠٠}{١ - \frac{٥}{٦}} = \frac{٤٢٠٠٠}{\frac{١}{٦}} = ٢٥٢ر٠٠٠ \text{ جنيه}$$

لاحظ أن :

سعر البيع الجديد = ١٠ر٥ ــ ٠ر٤٢ = ١٠ر٠٨ جنيه

عدد الوحدات = ٢٥٢ر٠٠٠ ÷ ١٠ر٠٨ = ٢٥٠٠٠ وحدة

التكاليف المتغيرة = ٢٥٠٠٠ × ٨ر٤ = ٢١٠ر٠٠٠ جنيه

الربح المباشر = ٢٥٢٠٠٠ ــ ٢١٠ر٠٠٠ = ٤٢٠٠٠ جنيه

صافي الربح = ٤٢ر٠٠٠ ــ ٢٠ر٠٠٠ = ٢٢٠٠٠ جنيه

ويمكن الوصول لنفس النتيجة :

النسبة الجديدة للربح الحدى = $\frac{١٠ر٠٨ - ٨ر٤}{١٠ر٠٨} \times ١٠٠ = ١٦\frac{٢}{٣}\%$

الربح المباشر = ٤٢٠٠٠ ÷ $١٦\frac{٢}{٣}\%$ = ٢٥٢٠٠٠ جنيه

* استخدام تحليل التعادل في تقييم التنبؤات :

نعيد لذاكرتك أيها القارئ ما أشرنا اليه عند التنبؤ بالمبيعات في عرضنا للموازنات التقديرية في الفصل السابق ، حيث تقوم الشركة باستخدام المدخل الكلى أو المدخل الجزئي أو كليهما للحصول على تقديرات لحجم الطلب على مبيعات المنشأة ، والآن نريد أن نجرى تقييما لهذا التنبؤ • ولقد تقول بأنك قد قارنت التنبؤات بالسنوات السابقة وبحثت عن اسباب اختلافات والعوامل الملائمة وغير الملائمة ، ولا يمنع ذلك أن نستخدم أداة أفضل في هذا المجال • ونرغب الآن أن نقارن التنبؤات التي تم الحصول عليها

بهيكل تحليل التعادل ـ، لنقيس فاعلية وكفاءة التنبؤ .
ومع أنه فى حالات كثيرة يتم قبول نتائج التنبؤ اذا أظهرت زيادة فى صافى الربح كنسبه من المبيعات عن عام سابق .

شركة الوادى الجديد

تحليل التعادل لتنبؤات المبيعات عام ١٩٨٢

	هيكل الربح المعيارى	التنبؤات	التنبؤات (أعلى) أو اقل من المعيار	
	ح ٪	ح ٪	ح	٪
صافى المبيعات	١٢٥٠٠٠٠٠	١٢ر٥٠٠ر٠٠٠	——	
تكلفة المبيعات				
مواد مباشرة	٥٠٠٠ر٠٠٠	٥٢٥٠٠٠٠	٢٥٠ ٠٠٠	٥
عمل مباشر	١ر٢٥٠ ٠٠٠	١٣١٠ ٠٠٠	٦٠ ٠٠٠	٤ر٨
م.ص.	١ر٧٥٠ر٠٠٠	١ر٨٢٠ ٠٠٠	٧٠٠٠٠	٤
مجموع	٨ر٠٠٠ر٠٠٠	٨ر٣٨٠ر٠٠٠	٣٨٠ر٠٠٠	٤ر٧٥
	٤٥٠٠ر٠٠٠	٤١٢٠٠٠٠	٣٨٠ر٠٠٠	٨ر٤٤
مصروفات أخرى				
بيعية	٥٢٥ر٠٠٠	٥٤٠ ٠٠٠	١٥٠٠٠	٢ر٨٦
بحوث	٣١٢ر٥٠٠	٣١٠ر٠٠٠	(٢٥٠٠)	(٠ر٨)
إدارية	٢١٢ر٥٠٠	١٩٠ر٠٠٠	(٢٢٥٠٠)	(١٠ر٧٩)
مجموع	١٠٥٠ ٠٠٠	١٠٤٠ ٠٠٠	(١٠٠٠٠)	(٠ر٩٥)
الربح قبل الضريبة	٣ر٤٥٠ر٠٠٠	٣٠٨٠ ٠٠٠	٣٧٠ر٠٠٠	(١٠ر٧٢)
بيانات أخرى				
نقطة التعادل (جنيه)	٣ر٤٢١ر٠٥٠	٣ر٧١٤ر٢٩٠	٢٩٣٢٤٠	٨ر٦٪
معدل الربح الحدى	٣٨٪	٣٥٪		

والسؤال الآن : كيف يمكن الافادة من هذا التحليل ؟

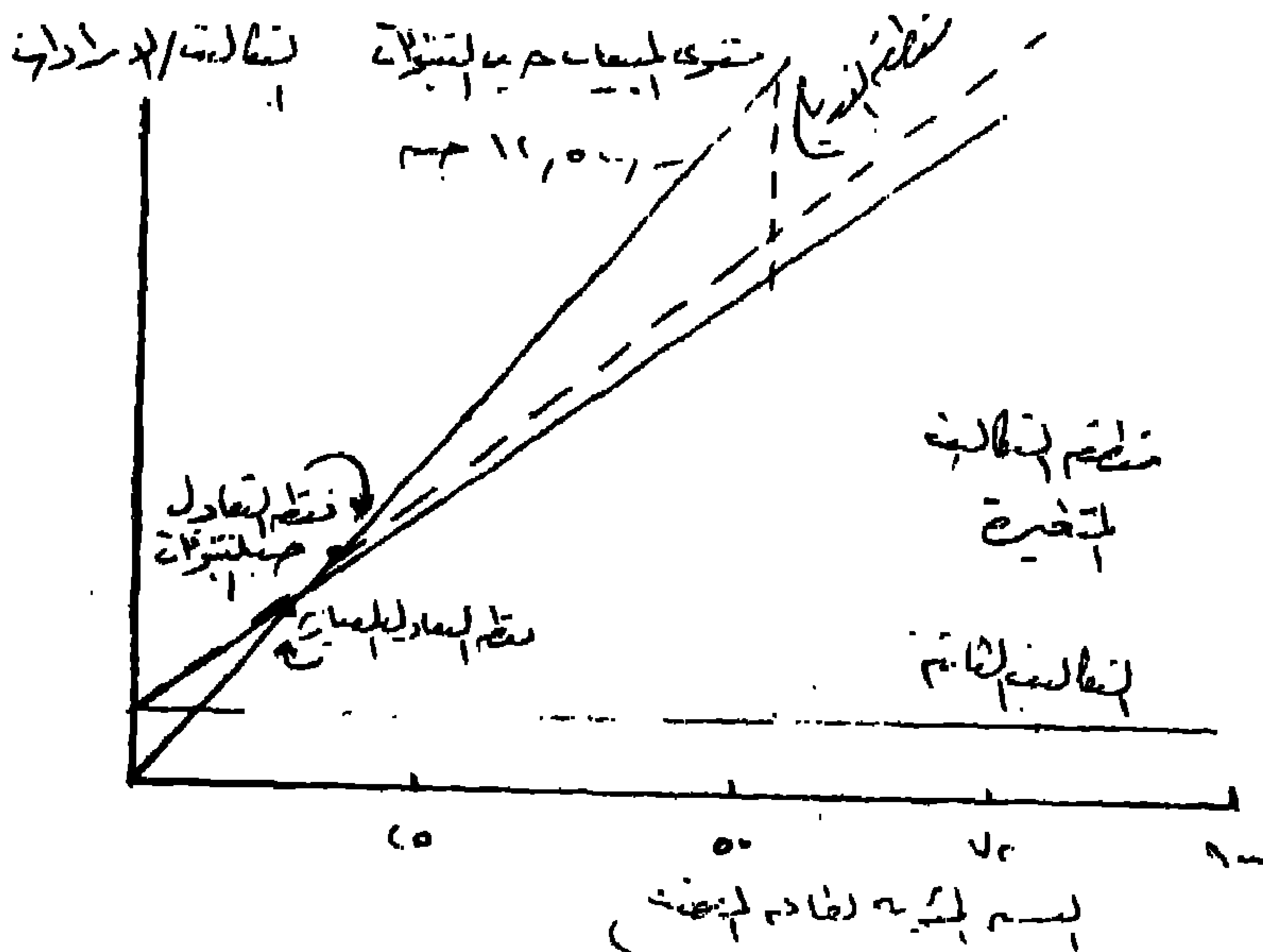
الزيادة الكبيرة نلاحظها فى المواد الاولية سواء من ناحية القيمة أو النسبة ·
ويمكن تحليل الزيادة فى المواد ٥% أى مبلغ ٢٥٠٠٠٠ر٢٥٠ جنيه يجب تحليلها لتحديد سبب زيادة التكاليف هل ترجع الى تغير التشكيلة ؟ أو لزيادة التكلفة فى خط انتاجى معين ؟ · لقد اظهر تحليل التعادل هذه العلاقة الواضحة للزيادة فى التكاليف وبقى تحليلها بعمق أكثر ·

أما الزيادة التالية فتبلغ ٠٠٠ر٦٠ جنيه فى العمل المباشر ، وتحتاج بدورها لتحليل اكثر لمعرفة موطنها ، وسببها ، وامكانية تحسين الخطة ·

يلى ذلك المصروفات الصناعية التى زادت بمقدار ٤% أو ٠٠٠ر٧٠ جنيه · ويجب أن تراجع الموازنات التقديرية للاقسام لتحديد منطق معظم الزيادة وأسبابها · فاذا كانت هذه الاسباب ترجع لمصروفات الصيانة فهل من الصواب أن تغير المشروعات ؟ ماهو أفضل مدخل لعلاج هذه المشكلة أذا رغبت أن تأخذ فى الاعتبار الظروف المرتبطة بالمدى الطويل ·

ويمكن أن تظهر خريطة التعادل لشركة الوادى الجديد على أساس المعلومات التى تتضمنها القائمة السابقة كما يلى :

خريطة التعادل لاظهار نقطة التعادل المعيارية
ونقطة التعادل حسب التنبؤ



* هامش الأمان : يعبر هامش الأمان عن زيادة المبيعات الفعلية أو المقدرة على مبيعات التعادل . وقد يعبر عنه بالحجم أو القيمة . وقد ترغب الادارة فى معرفة هامش الأمان فى النشاط المخطط او الفعلى لأنه يوضح الكمية التى يمكن أن تنقص بها المبيعات قبل تحقيق خسائر .

مثال : نفترض ان التكاليف الثابتة لشركة (س) تبلغ ٢٠,٠٠٠ جنيه وان سعر بيع الوحدة يبلغ ٥ جنيه ونسبة الربح المباشر ٤٠٪ والمبيعات ١٥٠٠٠ وحدة . نحدد هامش الامان كما يلى :

الربح المباشر للوحدة = ٤٠٪ × ٥ = ٢ جنيه

حجم التعادل = ٢٠,٠٠٠ ÷ ٢ = ١٠,٠٠٠ جنيه

هامش الامان = حجم المبيعات ـ حجم التعادل

= ١٥٠٠٠ ـ ١٠,٠٠٠ = ٥٠٠٠ وحدة

هامش الامان (بالقيمة) = ٥٠٠٠ × ٥ = ٢٥٠٠٠ جنيه

نسبة هامش الامان = $\frac{\text{هامش الأمان}}{\text{المبيعات}}$ × ١٠٠

= $\frac{٥٠٠٠}{١٥٠٠٠}$ × ١٠٠ = ٣٣ $\frac{١}{٣}$٪

* تكلفة الفرصة البديلة وتحليل التعادل : لا يمكن للمنشأة أن يستخدم الأموال المستمرة فى نشاط معين أى استخدامات اخرى . وأحد التقديرات لتكلفة الفرصة البديلة لاستخدام مورد معين هو التدفق النقدى الصافى الذى كانت ستحصل عليه المنشأة اذا استخدم المورد فى أفضل بديل تالى .

وقد يرغب المحاسب الادارى ان يتضمن تحليل التعادل تكلفة الفرصة البديلة ، ولتحقيق ذلك فانه يمكن استخدام تكلفة ضمنيه للفرصة البديلة واعتبارها عنصر تكلفة اضافى فى تحليل التكلفة / الحجم / الربح . ويمكن تحديد التكلفة الضمنيه للفرصة البديلة على أساس تكلفة الاموال فى المنشأة والقيمة السوقية للاستثمار .

ولنفترض أن قيمة الاستثمارات ٥٠٠,٠٠٠ جنيه وان معدل العائد الممكن تحقيقه على هذه الاموال اذا استثمرت فى مكان آخر يبلغ ١٠٪ ، وتبعا لذلك فانه يمكن أن نقول التكلفة الضمنيه للفرصة البديلة تصبح : ٥٠٠,٠٠٠ × ١٠٪ = ٥٠,٠٠٠ جنيه

ونذكرك ببيانات شركة النصر :

التكلفة الثابتة ٣٠٠,٠٠٠ جنيه ، سعر بيع الوحدة ٦٥ جنيه ، التكاليف المتغيرة للوحدة ٤٥ جنيه

∴ نقطة التعادل (متضمنة تكلفة الفرصة البديلة) = $\frac{٣٠٠,٠٠٠ + ٥٠,٠٠٠}{٦٥ - ٤٥}$

= $\frac{٣٥٠,٠٠٠}{٢٠}$ = ١٧٥٠٠ وحدة .

* ضرائب الدخل وتحليل التعادل : بينما لاتؤدى ضرائب الدخل الى تغيير نقطة التعادل فى النموذج الاساسى ، فانها تؤثر على الأرباح والخسائر بتعبير الميل والمحور الرأسى اسفل خط التكلفة . وبالنسبة لقسم معين أو عملية فى منشأة رابحة يمكن أن يستفيد من ترحيل الخسائر . وبالنسبة للعملية التى لاتمثل جزء من منشأة رابحة ولا يمكنها الافادة من ترحيل خسائر التشغيل فان الضرائب تؤثر فقط على خط التكلفة خلف نقطة التعاون الاصلية ، اذا اخذت تكلفة الفرصة البديلة بعد الضرائب فى حساب نقطة التعادل فان ضرائب الدخل سوف تؤثر على حسابها .

ونوضح ذلك فيما يلى :

فى المثال السابق افترض اننا نرغب حساب حجم المبيعات المطلوب لتحقيق ربح بعد الضريبة قدرة ٥٠٫٠٠٠ جنيه وتحديد هامش الأمان فى المبيعات المخططة بمقدار ٢٥٠٠٠ وحدة وبافتراض أن معدل ضريبة الدخل ٤٠٪ لكى نحصل على ربح بعد الضريبة ٥٠٫٠٠٠ جنيه فان ذلك يتطلب ان يكون ربح قبل الضريبة ٨٣٫٣٣٣ جنيه .

$$\text{حجم المبيعات المطلوب} = \frac{٣٠٠٫٠٠٠ + ٨٣٫٣٣٣}{٦٥ - ٤٥} = ١٩١٦٧ \text{ وحدة}$$

أما هامش الامان فيساوى : ٢٥٠٠٠ - ١٩١٦٧ = ٥٨٣٣ وحدة

واتحديد حجم المبيعات اللازم لتحقيق أرباح بعد الضرائب يمكن أن نستخدم المعادلة الاتية :

$$\text{حجم المبيعات (لتحقيق ربح معين بعد الضريبة)} = \frac{\text{التكاليف الثابتة} + \dfrac{\text{الربح المستهدف}}{١ - \text{معدل الضريبة}}}{\text{سعر بيع الوحدة} - \text{التكلفة المتغيرة للوحدة}}$$

(على الطالب افتراض مثال وتطبيق المعادلة)

فكرة التكلفة الفعالة :

وبالنسبة لقسم فى منشأة رابحة أو ذلك الذى يستفيد من ترحيل الخسائر فأن معادلة التكلفة الفعالة :

التكلفة الفعالة = (١ - معدل الضريبة) × التكاليف الثابتة + التكاليف المتغيرة+ الوحدة معدل الضريبة × (سعر بيع الوحدة - التكلفة المتغيرة للوحدة) × حجم المبيعات

وتنطبق المعادلة على البيانات السابقة :

التكلفة الفعالة =[(١ - ٤٠٪) × ٣٠٠٫٠٠٠] + {٤٥ + ٤٠٪ × (٦٥ - ٤٥)}ك

ك = حجم المبيعات

التكلفة الفعالة = ١٨٠٫٠٠٠ + ٥٣ ك

* يمكن أن نستفيد من العلاقات المختلفة فى التعرف على البيانات الناقصة، والمثال التالى يوضح ذلك ٠

من واقع بيانات شركة السعادة عن عام ١٩٨٠ اتضح أن نقطة التعادل تبلغ ٥٦٣٣٣ جنيه ، وتبلغ نسبة هامش الأمان ٢٩,٥٨٪ ٠ وتقوم الشركة بانتاج وبيع ثلاثة منتجات ع ، ل ، م حيث تبلغ نسبة المبيعات من كل منهما الى المبيعات السنوية ٢٥٪ ، ٤٠٪ ، ٣٥٪ ٠ كما تبلغ نسبة الربح الحدى ٤٠٪ ، ٣٥٪ ، ٦٠٪ بنفس الترتيب ٠

<u>الحل :</u> افترض أن : قيمة المبيعات = ك

ك = ٥٦٣٣٣ + ٢٩,٥٨٪

٧٠,٤٢ ك = ٥٦٣٣٣

∴ ك = ٥٦٣٣٣ × $\frac{١٠٠}{٧٠,٤٢}$ = ٨٠,٠٠٠ جنيه

مبيعات المنتج (ع) = ٢٥٪ × ٨٠,٠٠٠ = ٢٠,٠٠٠ جنيه
مبيعات المنتج (ل) = ٤٠٪ × ٨٠,٠٠٠ = ٣٢,٠٠٠ جنيه
مبيعات المنتج (م) = ٣٥٪ × ٨٠,٠٠٠ = ٢٨,٠٠٠ جنيه

التكاليف المتغيرة للمنتج (ع) = ٦٠٪ × ٢٠,٠٠٠ = ١٢,٠٠٠ جنيه
التكاليف المتغيرة للمنتج (ل) = ٦٥٪ × ٣٢,٠٠٠ = ٢٠,٨٠٠ جنيه
التكاليف المتغيرة للمنتج (م) = ٦٠٪ × ٢٨,٠٠٠ = ١٦,٨٠٠ جنيه

	(ع)	(ل)	(م)
طالما أن نسبة التشكيلة	٢٥٪ ،	٤٠٪ ،	٣٥٪

∴

	جنيـــه	جنيـــه	جنيـــه
(١) المبيعات من المنتجات عند نقطة تعادل الشركة	١٤٠٨٤	٢٢٥٣٢	١٩٧١٧
(٢) ، نسبة الربح المباشر :	٤٠٪	٣٥٪	٦٠٪
(٣) ، نسبة التكلفة المتغيرة	٦٠٪	٦٥٪	٤٠٪
(٤) ، التكلفة المتغيرة :	٨٤٥٠	١٤٦٤٦	٧٨٨٧
(٥) ، التكاليف الثابتة الموزعة : (١) - (٤)	٥٦٣٤	٧٨٨٦	١١٨٣٠

ومن هذه البيانات يمكن اعداد قوائم تكاليف للمنتجات الثلاثة ٠

* تشكيلة المبيعات :

سوف يقدم " مطعم العريش" الكباب وعصير الفواكه بالاضافة الى الأسماك التى كان يقدمها ، وقد كان الربح الحدى المحقق من ١٢٠٠ وجبة سمك ٥٩٤ جنيه ، كما كان معدل الربح الحدى ٤٥٪ ٠ وبالنسبة للكباب وعصير الفواكه فان معدلات الربح الحدى ستكون أقل ٠

دعنا نفترض أنه سيباع ٨٧٥ وجبة كباب بسعر ١ر٦ جنيه والتكلفة المتغيرة ١ر١٢ جنيه ، وانه سيتم بيع ١٦٠٠ كوبا من عصير الفواكه بسعر ٢٥ر٠ جنيه وأن التكلفة المتغيرة ٢ ر٠ جنيه وتباع وجبة السمك بسعر ١ر١ جنيه٠

يمكن أن نلخص بيانات التكاليف عن هذه المنتجات كما يلى :

	أسماك	كباب	عصير	اجمالى
المبيعات (جنيه)	١٣٢٠	١٤٠٠	٤٠٠	٣١٢٠
التكاليف المتغيرة	٧٢٦	٩٨٠	٣٢٠	٢٠٢٦
الربح المباشر	٥٩٤	٤٢٠	٨٠	١٠٩٤
نسبة الربح المباشر	٤٥٪	٣٠٪	٢٠٪	٣٥٪

والآن دعنا نختبر أثر انخفاض مبيعات السمك على متوسط هامش الربح ، فاذا افترضنا أنها انخفضت الى النصف ، تظهر القائمة السابقة كما يلى :

	أسماك	كباب	عصير	اجمالى
المبيعات	٦٦٠	١٤٠٠	٤٠٠	٢٤٦٠
التكاليف المتغيرة	٣٦٣	٩٨٠	٣٢٠	١٦٦٣
الربح المباشر	٢٩٧	٤٢٠	٨٠	٧٩٧
نسبة الربح الحدى	٤٥٪	٣٠٪	٢٠٪	٣٢ر٤٪

وهكذا نجد انخفاض متوسط نسبة هامش الربح من ٣٥٪ الى ٣٢ر٤٪ ، ويرجع ذلك الى انخفاض مبيعات المنتج الذى يحقق أعلى هامش ربح ٠ ويحدث العكس ، فلو ان مبيعات العصير انخفضت الى النصف لأدى ذلك الى ارتفاع متوسط هامش الربح (على الطالب أن يتحقق من ذلك) ٠

هيكـل التكلفـة :

غالبا مانفكر فى أثر التبادلات بين التكاليف المتغيرة والتكاليف الثابتة . ونبحث عن تحديد أى هيكل للتكلفة يكون هو الأفضل ؟ بمعنى أن تكون التكاليف الثابتة منخفضة والتكاليف المتغيرة عالية أم العكس ؟ . ولاتوجد اجابة قاطعة على هذا السؤال ، غير أننا نجد مزايا لكل منها اعتمادا على الخصائص والظروف المعينة . ولشرح هذه النقطة نعرض قائمة دخل لكل من الشركة (س) والشركة (ص) ، ويبلغ حجم مبيعات كل منهما ١٠٠,٠٠٠ جنيه ، كما تبلغ التكاليف الكلية لكل منهما ٩٠,٠٠٠ جنيه .

	الشركة (س)		الشركة (ص)	
	المبلغ	النسبة	المبلغ	النسبة
المبيعات	١٠٠,٠٠٠	١٠٠٪	١٠٠,٠٠٠	١٠٠٪
ـ التكاليف المتغيرة	٦٠,٠٠٠	٦٠ ٪	٣٠,٠٠٠	٣٠ ٪
الربح الحدى	٤٠,٠٠٠	٤٠ ٪	٧٠,٠٠٠	٧٠ ٪
ـ التكاليف الثابتة	٣٠,٠٠٠		٦٠,٠٠٠	
صافى الربح	١٠,٠٠٠		١٠,٠٠٠	

ولكى نحدد أيا من هيكل تكاليف الشركتين أفضل ، فان ذلك يعتمد على عوامل كثيرة متضمنة اتجاه المبيعات فى المدى الطويل ، والتقلبات فى حجم المبيعات من سنة لأخرى واتجاه المديرين بالنسبة للخطر . فاذا كانت المبيعات تميل للزيادة عن

١٠٠٫٠٠٠ جنيه فى المستقبل ، فان هيكل تكاليف الشركة (ص) هى الأفضل لأن معدل هامش الربح أعلى من مثيله للشركة (س) ، ولذلك فهى ستحقق زيادة سريعة فى الأرباح نتيجة زيادة المبيعات ، وعلى سبيل المثال افترض أن كلا الشركتين حققت زيادة فى المبيعات تعادل ١٠٪ ، يظهر اثر ذلك على صافى الربح كما يلى :

	الشركة (س) جنيه	الشركة (ص) جنيه
المبيعات	١١٠٫٠٠٠	١١٠٫٠٠٠
معدل الربح المباشر	٤٠٪	٧٠٪
الربح المباشر	٤٤٫٠٠٠	٧٧٫٠٠٠
ـ التكاليف الثابتة	٣٠٫٠٠٠	٦٠٫٠٠٠
صافى الربح	١٤٫٠٠٠	١٧٫٠٠٠

وكما توقعنا ، فان زيادة قدرها جنيه فى مبيعات الشركة (ص) قد أدى لزيادة أكبر فى صافى الربح نتيجة لارتفاع معدل الربح الحدى ٠

من ناحية أخرى ، اذا كان الحد الأقصى للمبيعات ١٠٠٫٠٠٠ وحدة وأننا نتوقع انخفاض المبيعات من وقت لآخر فان هيكل تكلفة الشركة (س) يكون هو الأفضل ٠ حيث أن تكاليفها الثابتة أقل ولن تفقد ربحها الحدى بنفس السرعة التى تهبط بها المبيعات نتيجة لانخفاض معدل ربحها الحدى ٠ اذا كانت المبيعات تتقلب فوق وتحت حجم ١٠٠٫٠٠٠ جنيه فانه يصبح من الصعب أن نحدد أيا من الشركتين فى الوضع الأفضل ٠

وباختصار ، فان الشركة (ص) سوف تواجه تغيرات أوسع مدى فى صافى الربح كلما حدث تغير فى المبيعات مع أرباح أكثر فى سنوات رواجها ، وخسائر أكثر فى سنوات كسادها ٠ أما الشركة (س) فسوف تكون أرباح مستقرة بدرجة أكبر ، ولكنها تواجه خطر فقدان أرباح جوهرية اذا ما اتجهت المبيعات الى الانخفاض فى المدى الطويل ٠

المقارنة على أساس هيكل التكلفة وهامش الأمـــان :

يمكن اختبار الخصائص التشغيلية بين الاقسام المختلفة فى شركة معينه أو بـــين شركتين مختلفين بدراسة هيكل تكليفتها ٠ افترض أن احدى الشركات لهـا ســـمين لامركزيين ولكن منهما تكاليفة وايراداتة على النحو التالى :

	القسم (أ)		القسم (ب)	
	جـــنيه		جـــنيه	
المبيعات	٥٠,٠٠٠	١٠٠٪	٥٠,٠٠٠	١٠٠٪
التكاليف المتغيرة	٣٥,٠٠٠	٧٠٪	١٠,٠٠٠	٢٠٪
الربح المباشر	١٥٠٠٠	٣٠٪	٤٠٠٠٠	٨٠٪
التكاليف الثابتة	١٠,٠٠٠		٣٥٠٠٠	
صافى الربح	٥٠٠٠		٥٠٠٠	
قيمة التعادل	٣٣,٣٣٣		٤٣,٧٥٠	

ونجد أن لكل من القسمين نفس رقم صافى الارباح ، مع أنهما يخضعان لخصائـــــص اقتصادية مختلفة ، وقد تكون أحدى الوسائل فى المقارنة دراسة هامش الأمان ، الذى يظهر الفرق بين المبيعات الفعلية (أو المخططة) ونقطة التعادل ٠

ويمكن حساب هامش الأمان كما يلى :

	القسم (آ)	القسم (ب)
	جـــنيه	جـــنيه
هامش الأمان :		
(أ) ٥٠,٠٠٠ ـ ٣٣,٣٣٣	١٦,٦٦٧	
(ب) ٥٠,٠٠٠ ـ ٤٣,٧٥٠		٦٢٥٠
نسبة هامش الأمان الى المبيعات		
(أ) ١٦٦٦٧ ÷ ٥٠,٠٠٠	٣٣,٣٣٪	
(ب) ٦٢٥٠ ÷ ٥٠,٠٠٠		١٢,٥٪

يتضح أن القسم (ب) يعمل بالقرب من نقطة التعادل بمقارنتة بالقسم (أ) ٠ اذا انخفض حجم المبيعات للقسم (ب) بأكثر من ١٢٪ فسوف يحقق خسائر ٠ ولـــن يحقـــق القسم (أ) خسائر مالم تنخفض المبيعات بنسبة أكثر من ٣٣,٣٣٪ ، ويعتبر هامش الأمان بمثابة مقياس غير دقيق لخطر الاستثمار المقترن بزيادة التكاليف الثابتة على التكاليـــف المتغيرة ٠

ه ـ مناقشة الافتراضات التى يقوم عليها تحليل التكلفة / الحجم / الربح :

توجد ثلاثة افتراضات تحد من تعميم ومنفعة تحليل التكلفة / الحجم / الربح وهذه هى :

المدى الملائم ، الثقة المحاسبية ، وثبات الظروف • ونتناولها فيما يلى :

١ ـ المدى الملائم :

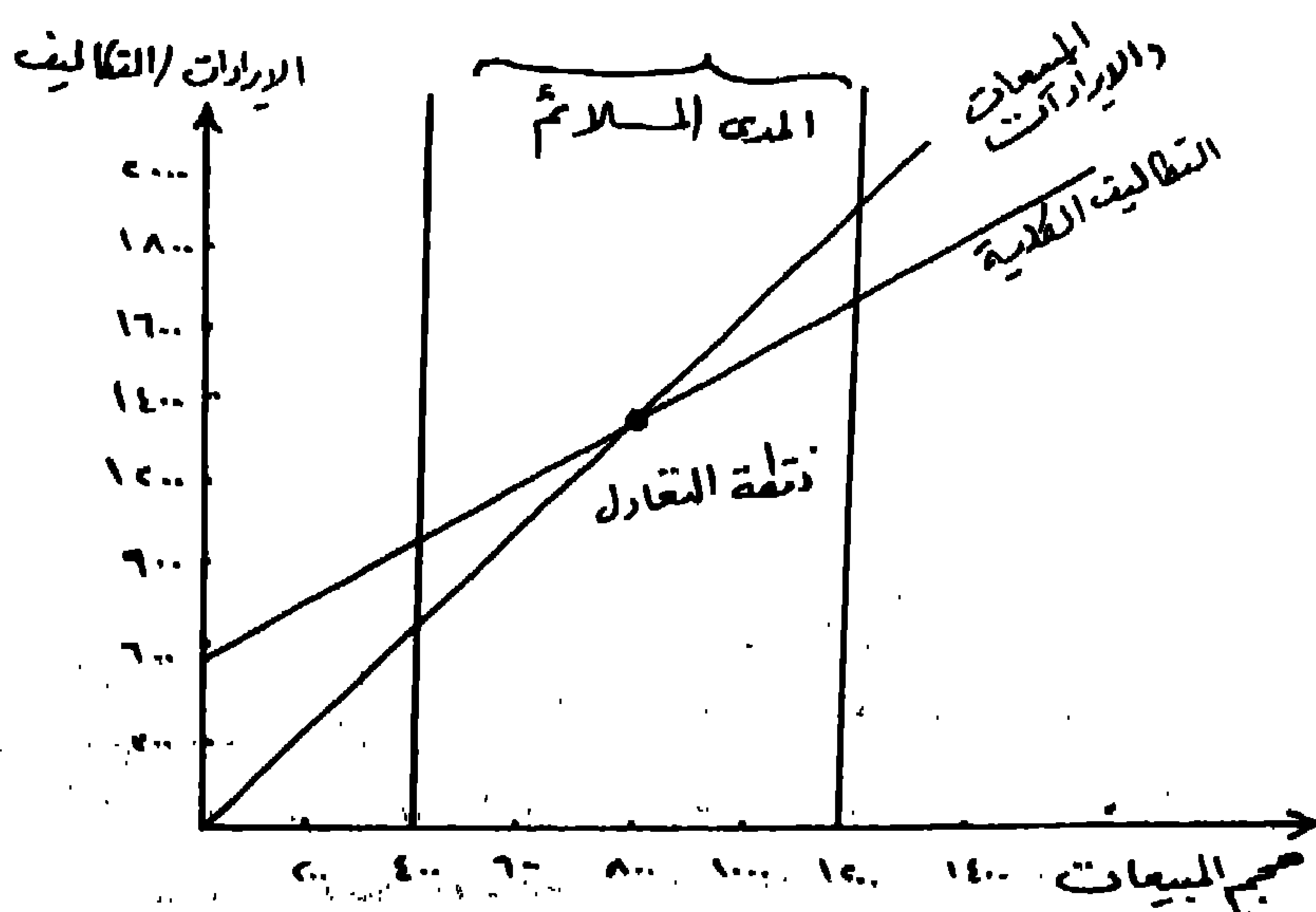
وهو المدى من الحجم الذى تحتفظ فيه التكاليف الثابتة • بحقيقة ثباتها ، وتتقلب التكاليف المتغيرة بنسبة ثابتة الى الحجم •

غير أننا نجد أن التكاليف المتغيرة والتكاليف الثابتة لاتكون لها دائما نفس المسلك الذى يبنى على تحليل التكلفة / الحجم / الربح •

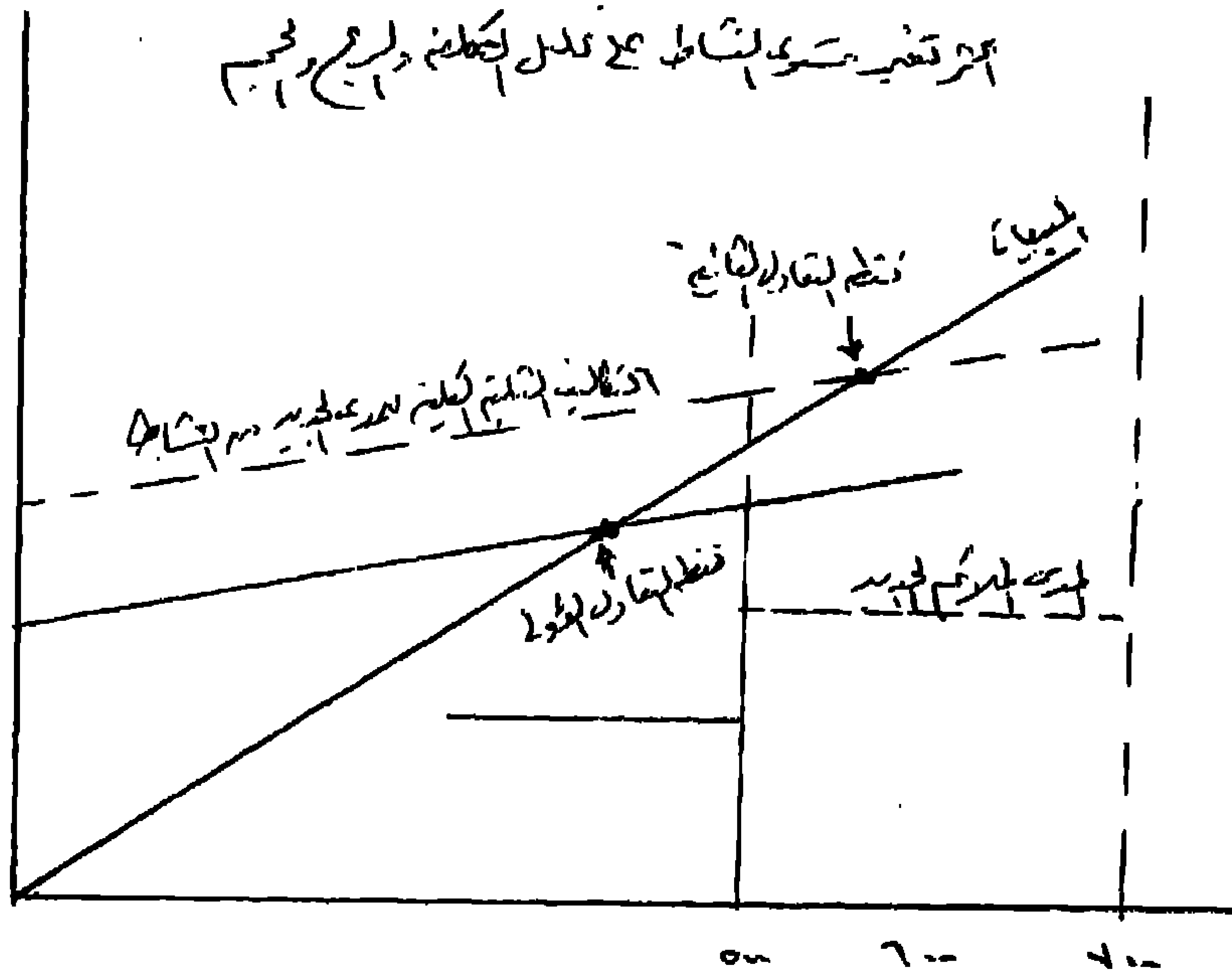
وعلى سبيل المثال تتضمن التكاليف الثابتة : الاهلاك والمرتبات وضرائب الملكية والايجار ، واذا أنخفض حجم الانتاج للصفر فان بعض التكاليف يمكن تحديدها أوتخفيضها مثل تسريح المشرفين او التخلى عن أماكن مؤجرة •

واذا زاد حجم النشاط بصورة كبيرة ، فسوف تزيد التكاليف الثابتة نتيجة الاهلاك علــى المعدات الجديدة ، زيادة فى الايجار • وبذلك يمكن القول أن التكاليف الثابتـــة تظل ثابتة خلال مدى معين من النشاط

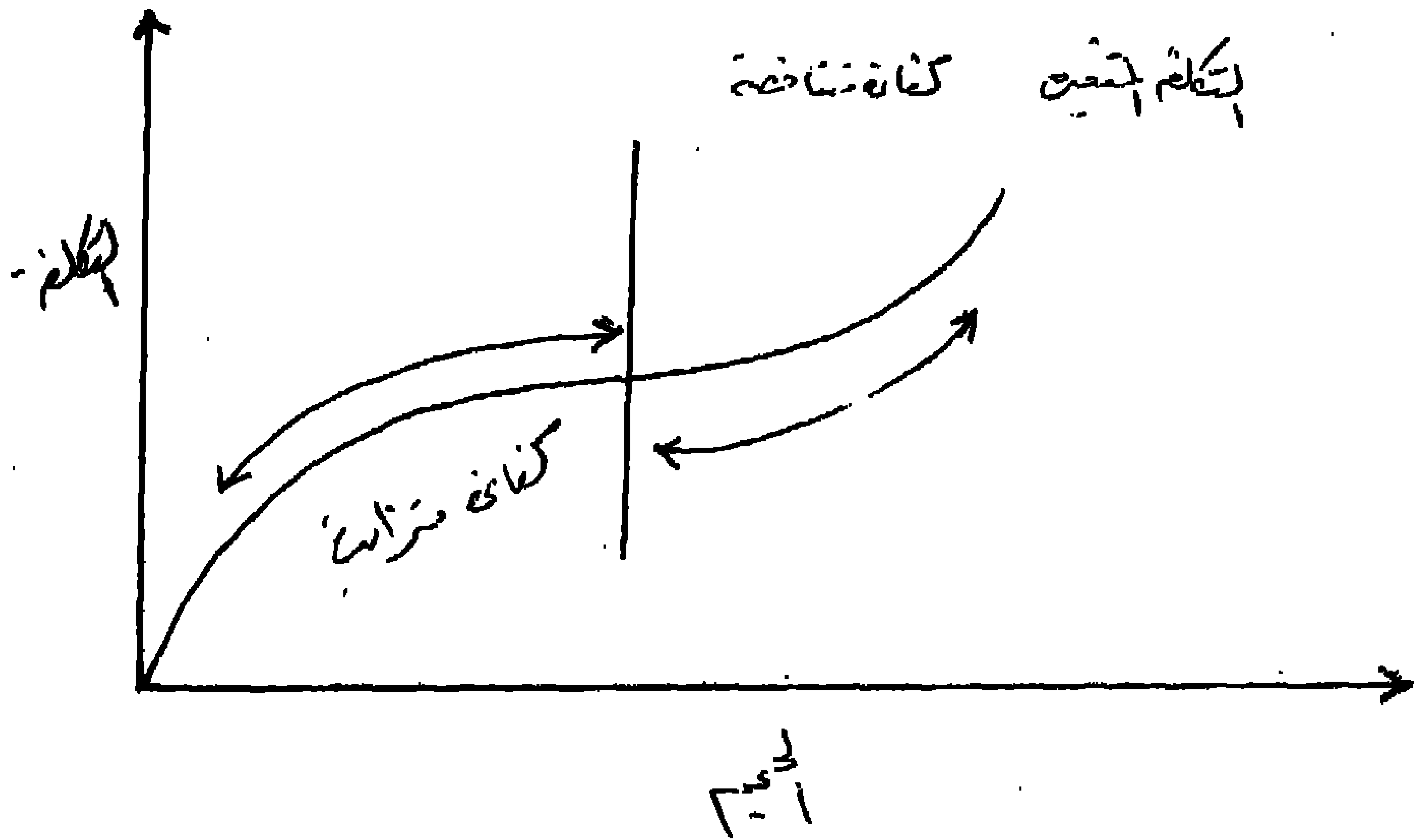
ويوضح الشكل التالى بصورة محددة المدى الملائم من النشاط :



واذا خضعت التكاليف الثابتة للتغير على نحو ما أشرنا حالا ، فان منحنى التكاليف الثابتة يأخذ شكلا متدرجا • ويكون للانتقال من مستوى نشاط الى آخر أثر على نقطة التعادل •

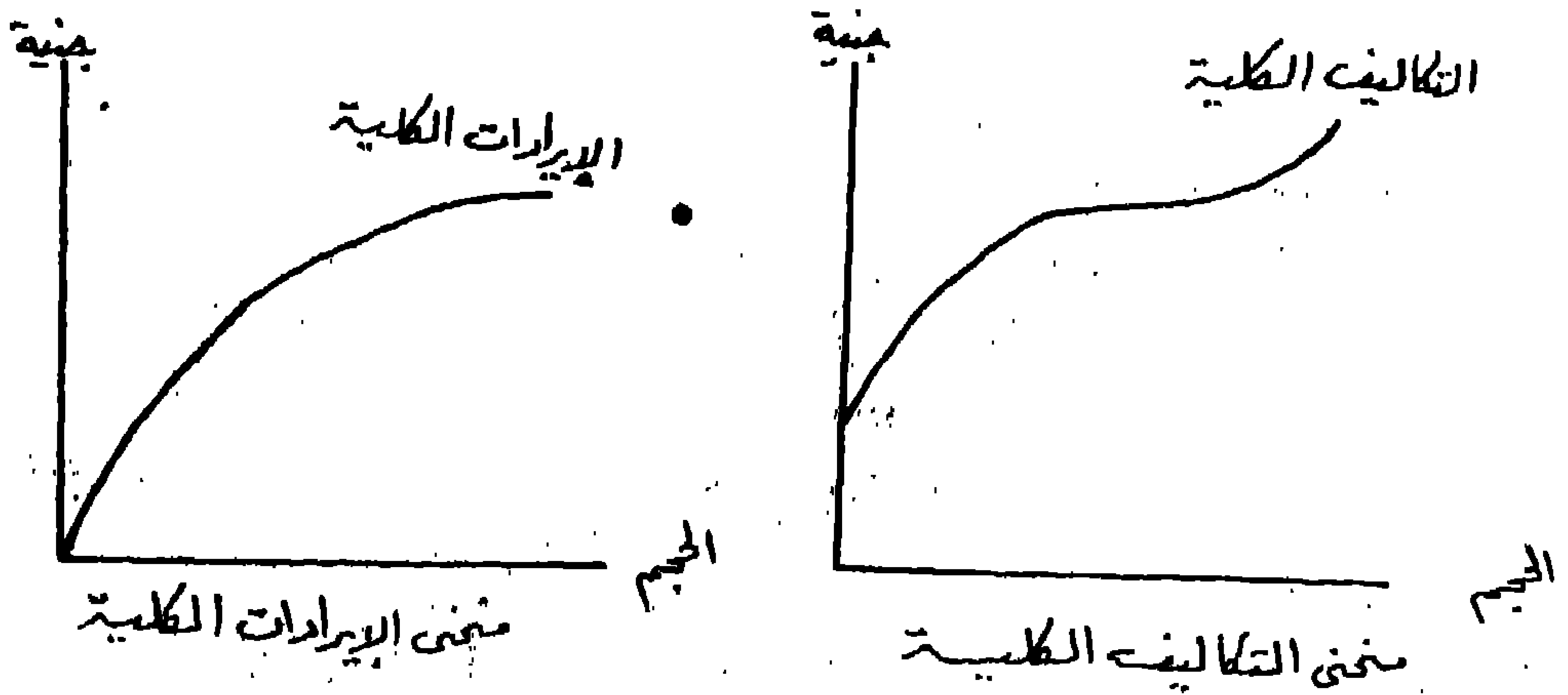


وعند ما يكون حجم العمليات منخفضا جدا فان المشروع يحتاج لعدد قليل من العمال ، وحيث يزداد حجم المشروع ، تظهر الحاجة لعمال أكثر فقد يقام خط انتاج جديد ويبدأ العمال فى التخصص فى مهام معينة • ومع زيادة الحجم يحتاج العمال الى التدريب ويتم أستئجار المشرفين • وقد يطلب ألى العمال الحالين العمل وردبات أضافية والتى سوف يترتب عليها زيادة فى التكاليف • وفى أى الحالات فان الكفاءة سوف تنخفض بعد نقطة معينة لنقص الخبرة او التدريب أو الموارد المالية أو الاشراف• وقد لا تتغير التكاليف المتغيرة بكميات متساوية لكل وحدة من الانتاج وقد تظهر كما يلى :

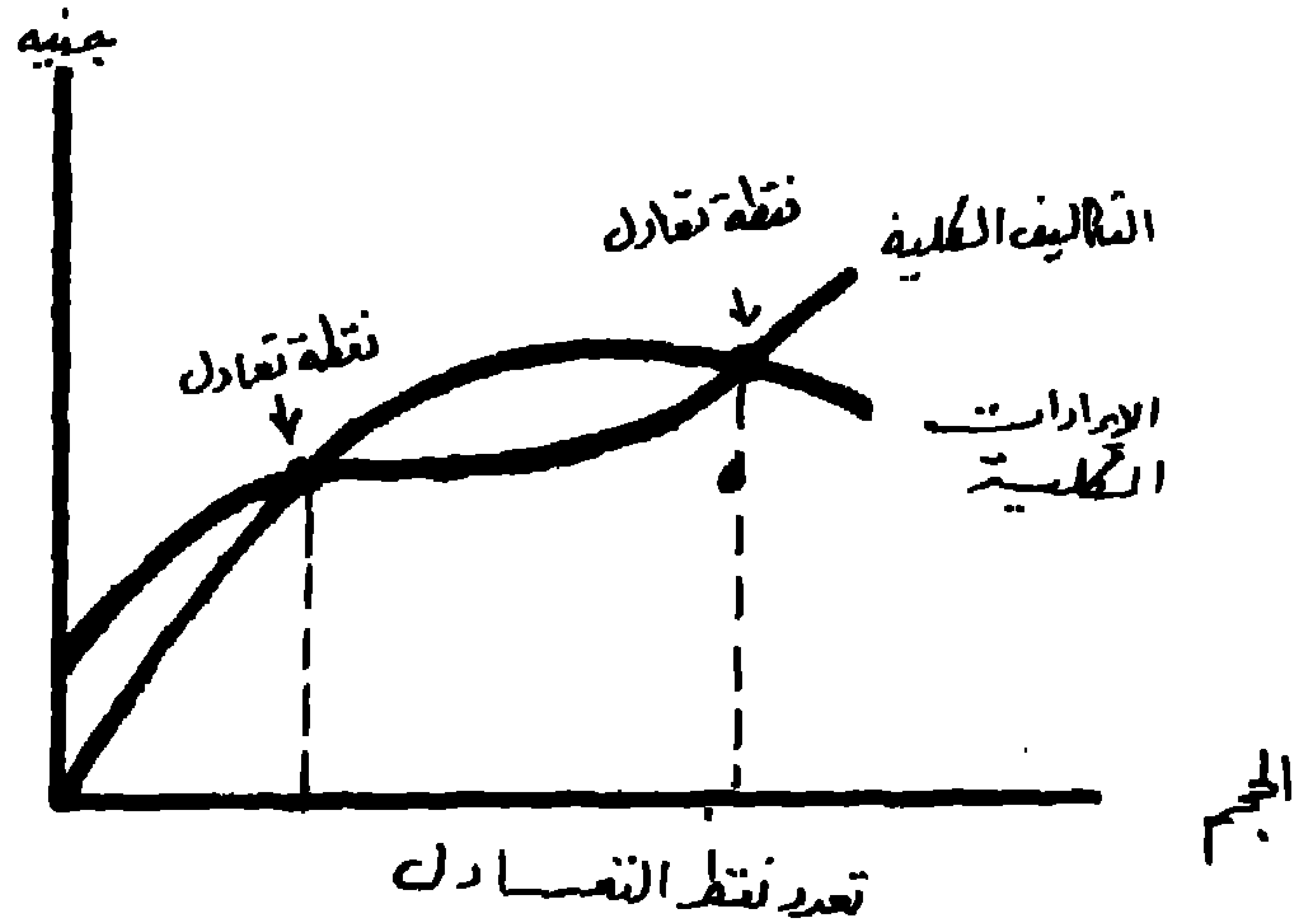


وغالبا لا تكون الايرادات ـ فى الواقع ـ بنسبة المبيعات ، بمعنى أنه فى كثير من الحالات يخفض السعر لتحفيز المشتريات بعد نقطة معينة ، فالحجم المعين من المبيعات يمكن تحقيقه عند سعر معين ، ولكن المبيعات الاضافية فقط قد تكون بسعر أقل .

واذا اضفنا التكاليف الثابتة للتكاليف المتغيرة ، وأخذنا فى الاعتبار ما ذكرناه بصدد الايرادات ، فان منحيات التكاليف الكلية والايرادات تظهر كما يلى :



ونتيجة لذلك نجد أن الشكل التالى علاقات التكلفة الحجم الربح فى شكل أكثر واقعيـة،



ولاحظ أنه توجد نقطتى تعادل ، الأولى حينما تزيد الايرادات على التكاليف ، والاخرى حينما يحدث العكس . ومن النادر أن يأخذ فى الاعتبار المدى الكلى للنشاط ، ولكنه يتم دراسة مسلك التكاليف خلال مدى محدد ، هو المدى الملائم وخلال هذا المدى يمكن افتراض ان التكاليف الثابتة تظل ثابته ، كما تتغير التكاليف المتغيرة بمقدار ثابت لكل وحدة يتغير بها حجم النشاط . ويتضح ذلك من الشكل التالى .

(٢) دقة البيانات والثقة فيها :

ويقوم تحليل التعادل على أساس افتراض أن المحاسبين يعرفون أى التكاليف ثابت وأيها متغير وأنه يمكن التأكد من علاقة التكاليف بالاحجام المختلفة للانتاج . غير أنه فى الحياة العملية غالبا مايصعب فصلهما . وعلى سبيل المثال ، اذا اخذنا الاعتبار العمل المباشر الذى تنظر أليه دائما كمتغير ، نجد أن تكاليف العمل المباشر لاتتغير عادة بطريقة مباشرة مع تغيرات الحجم . حينما يكون المطلوب انتاج حجم منخفض سوف يبطأ العمل لانجاز هذه المهمة . وسوف يعطى للعمال مقدار أجر يوم كامل ومن ناحية اخرى ، قد يفى العامل باحتياجات الانتاج المتزايدة دون أن تتكلف الشركة نفقات عمل أضافية .

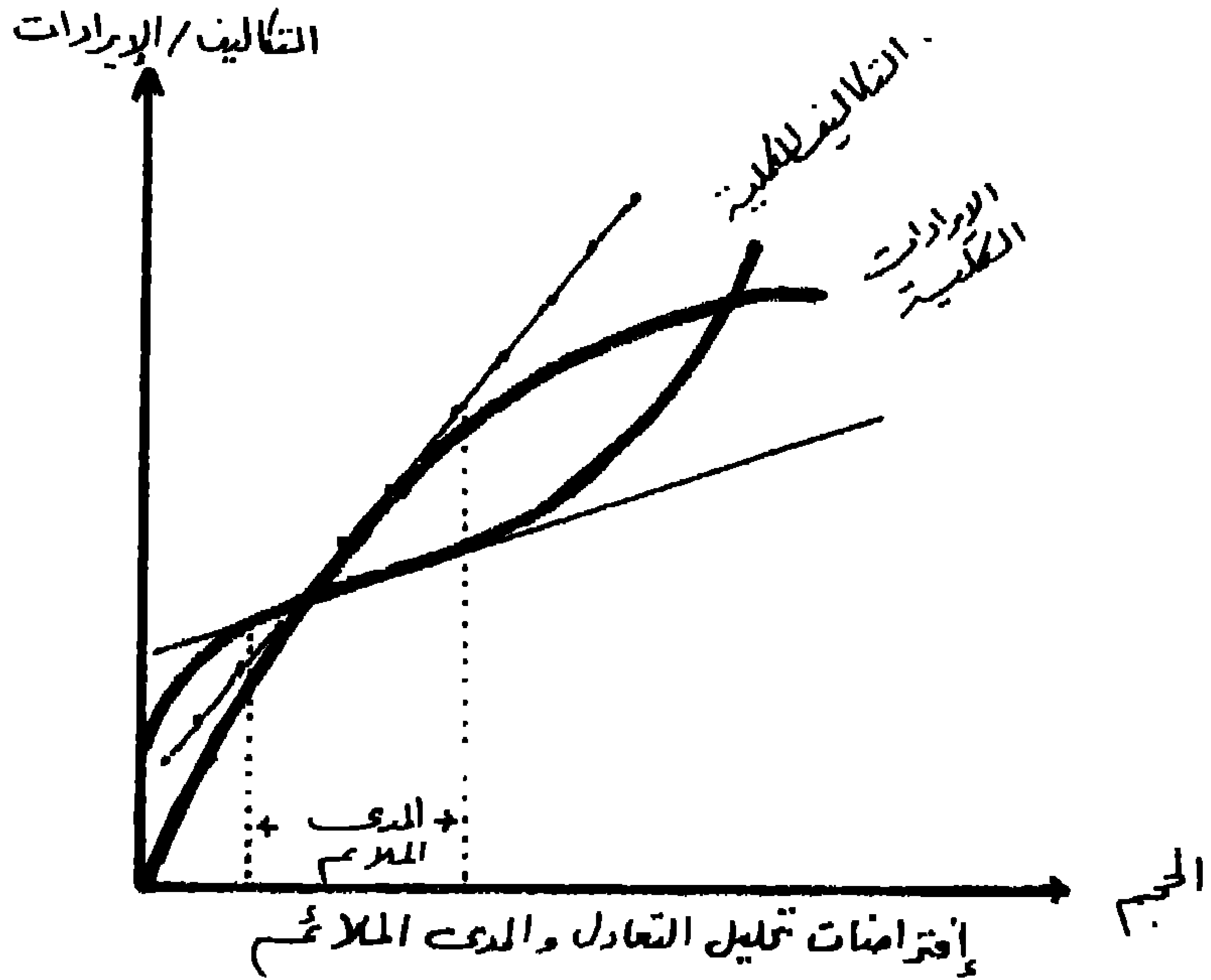
ولا يمكن تحديد بعض التكاليف ـ مثل الاهلاك ـ بدقة . حيث توجد الطرق العديدة لاحتساب الاهلاك ، وكل منها يحدد قسطا سنويا مختلفا ، أما السؤال عن أي منها يعتبر الصحيح فلا يتم البحث عن أجابته فى المجالات العملية .

(٣) ثبات العوامل الأخرى

افتراض ثبات كل العوامل الاخرى بخلاف عناصر تحليل التكلفة/ الحجم/الربح . ومن هذه العوامل: الكفاءة الانتاجية ، تشكيلة المنتج ، التكاليف ، الاسعار ، مستويات المخزون ، ويفترض عدم تغييرها خلال فترة التخطيط . وتذكر أن جميع أنواع التخطيط ترتبط بأنشطة المستقبل والتى قد تكون اما أكثر أو أقل كفاءة، وقد يؤدى بطء الآلات أو أسراعها لنقص أو زيادة الكفاءة :

ويعد تحليل التعادل للمنشآت التى تبيع اكثر من منتج واحد باستخدام معدل الربح الحدى الذى يوضع على أساس الايرادات الكلية . وعلى سبيل المثال افترض أن منشأة تنتج ثلاثة منتجات بتكاليف مختلفة تبيعها باسعار بيع مختلفة، فانها يجب ان تستخدم معدل الربح الحدى لتحليل التعادل . واذا كانت الايرادات ١٠٠٠٠٠٠ جنيه، والتكاليف ٨٠٠٠٠٠ جنيه ، فان معدل الربح الحدى ٢٠٪ ويعنى استخدام هذا المعدل ثبات التشكيلة وذلك معناه أن نسب المنتجات المنتجة والمباعة سوف تظل ثابتة فى المستقبل كما كانت فى الماضى ، بالاضافة الى افتراض عدم تغير المخرجات والتكاليف والتقنية المستخدمة فى الانتاج .

ونفترض ثبات مستويات المخزون لأن التكاليف المرتبطة بحجم تعادل ترتبط بحجم نشاط . وترتبط الايرادات من ناحية أخرى بنشاط المبيعات . والوقت الوحيد الذى يتطابق فيه نشاط الانتاج ونشاط المبيعات هو الذى لا يزيد فيه المخزون نتيجة زيادة الانتاج أو ينقص نتيجة المبيعات الاضافية . ويوضح الشكل التالى افتراضات تحليل التكلفة/ الحجم / الربح فى ظل المدى الملائم :



ويجب أن يفسر أى تحليل لعلاقة التكلفة الحجم الربح تبعا لهذه الفروض وحدودها ولا شك أن تستخدم معلومات تحليل التكلفة / الحجم / الربح سوف يستفيد بفهم العلاقات بين العوامل التى يأخذها فى الاعتبار ٠ ويجب عليه أن يتعرف أن مجالات الاعمال تتصف بالحركية وان التخطيط للفترات المستقبلة يتطلب أعادة دراسة اسس الافتراضات التى يقوم عليها تحليل التكلفة / الحجم / الربح ، من وجهة نظر الظروف الخاصة بالمنشأة المعينة ٠

٦— قرارات التسعير :

٦-١- النظرية الاقتصادية للسعر :

تقدم النظرية الاقتصادية للسعر مدخلا واضحا لتحديد علاقات السعر والحجم في المنافسة الصافية أو المنافسة الاحتكارية أو الاحتكار . وفي بعض الحالات فان المدخل يكون أكثر تعقيدا وغالبا مايكون من المستحيل تحديد السعر ، حيث تتفاعل عوامل كثيرة وبطرق مختلفة . وبسبب هذا التعقيد فان السعر الذى تحدده المنشأة أو المنشآت الرائدة يكون معروفا ، ومستقرا . ايضا فان هذه المنشآت تتنافس بنشاط في عوامل غير سعرية مثل تحسين الخدمات ، تميز السلعة أو الاعلان .

وبينما نجد أن النموذج الذى أعده الاقتصاديون يعتبر صحيحا ، غير أنه صعب التطبيق المباشر عمليا .

أولا : فهو يفترض أن منحنى طلب المنشأة معروفا ، وعادة لا يتاح للادارة بيانات دقيقة وموثوق فيها بدرجة كافية باعطاء اكثر من مجرد صورة تقريبية لمنحنى الطلب . ولذلك ، بينما نجد ان المنشأة تتقبل شكل منحنى الطلب ، فان الادارة لن تكون قادرة على اعداده بطريقة دقيقة .

ثانيا : يفترض من وجهة النظر الاقتصادية أن المنشآت تعظم أرباحها ، وقد توجد القيود القانونية والاهداف الاجتماعية والسيكولوجية التى تؤثر على أتجاه الاداره نحو الارباح . وقد يكون من المؤكد أن تهتم الادارة بالاستقرار ، والنمو، والأمان غير أنها قد تحقق هذه الاهداف على حساب تعظيم الأرباح .

ثالثا : يوجد الكثير من العوامل — بخلاف السعر — التى تؤثر على دالة الطلب للمنشأة . وعلى سبيل المثال ، يوجد التداخل الضرورى بين سياسات التسويق والتوزيع ، سياسات الترويج والاعلان ، الخدمات المقدمة للعملاء . وكل من هذه العوامل له تأثير كبير على حجم المبيعات من منتج ما عند السعر معين .

والخلاصة — أن المداخل الاقتصادية تقدم أساسا نظريا صحيحا ،لكنه صعب التطبيق عمليا . ونتيجة لهذه الصعوبات فى تحديد دوال الطلب قد دفعت الادارة لأن تطبق مداخل اخرى فى التسعير .

٦-٢٠التسعير على أساس التكلفة الكلية :

عند ما تفتقر المنشأة الى المعلومات عن منحنى الطلب ، فان بعض المداخل الاخرى تقوم على أساس حساب تكلفة المنتج ثم أضافة نسبة مئوية اليه كعلاوة تمثل صافى الربح . وتسمى هذه الطرق التسعير على أساس التكلفة ، التكلفة مضافا اليها علاوة ، التسعير على أساس متوسط التكلفة . وكل من هذه المسميات ينطوى على أضافة تمثيل صافى الدخل الى التكلفة الملائمة محسوبة بطرق مختلفة . ويقوم هذا المدخل على اساس حقه فؤدها أنه فى المدى الطويل يجب أن تسترد المنشأة كل التكاليف زائدا هامش ربح ، اذا كان لها أن تستمر . ويطبق التسعير على أساس التكلفة الكلية لكلا المنتجات النمطية أو الجديدة التى تقوم فى السوق المفتوح ، وللمنتجات غير النمطية ذات التصميمات الخاصة .

٦-٠٣ تسعير المنتجات النمطية :

لكى نشرح لبقية تسعير المنتجات الجديدة ، دعنا نفترض أن المنشأة قدرت أنتاجها بما يعادل ١٥٠,٠٠٠ وحدة ، وأن الادارة ترغب تحقيق معدل عائد ١٥٪ على رأس المال الذى يبلغ ١,٠٠٠,٠٠٠ جنيه . وبافتراض أن التكاليف الخاصة بهذا الانتاج هى التى نوضحها أدناه ، فان السعر الذى تبحث عنه الادارة فى السوق سوف يحدد كما يلى :

	الاجمالى	الوحدة
	ج	ج
المواد الاولية	١٥٠٠٠٠	١ر–
العمل المباشر	٢٥٠٠٠٠	١ر٦٧
المصروفات الصناعية المتغيرة	١٢٥٠٠٠	٠ر٨٣
المصروفات الصناعية الثابتة	٧٥٠٠٠	٠ر٥
المصروفات الادارية البيعية الثابتة	٣٠٠ ٠٠٠	٢ر٠
التكاليف الكلية	٩٠٠ ٠٠٠	٦ر٠
صافى الدخل المطلوب تحقيقه (١٥٪ × ١ر٠٠٠ر٠٠٠)	١٥٠ر٠٠٠	١ر٠
	١٠٥٠ر٠٠٠	٧

اذا كانت ظروف السوق تسمح بسعر مقداره سبعة جنيهات ، فان المنشأة سوف تسترد كل تكاليفها وتحقق العائد المرغوب على رأس المال من بيع ١٥٠٠٠٠ وحده واذا كان السعر عاليا جدا ، بالنسبة للمنافسة ، فان علينا أن نتوقع أن حجم المبيعات سوف يكون أقل من المقدر وقد تفشل المنشأة فى تحقيق اهدافها • واذا كان السعر منخفضا جدا ـ نسبيا الى المنافسة ـ فان الحجم الفعلى سوف يزيد عن الحجم المخطط ، وسوف تصبح المنشأة قائدة •

وفى المثال السابق ، فان السعر المستهدف الموضوع على أساس التكلفة الكلية للمنشأة وتستخدم المنشآت عادة انظمة تكاليف مختلفة والتى لا تقيس التكلفة الكلية للوحدة ، فقد يتم القياس على أساس التكاليف المستوعبة او التكاليف المتغيرة • ولكى يتم تقدير رأسمال مرغوبة ، فانه يجب أستخدام نسبة مئوية كعلاوة تضاف الى تكاليف الانتاج التى تتضمن نصيبها من التكاليف الثابتة ومعدل العائد المرغوب •

وعلى سبيل المثال ، دعنا نفترض أنه بالاعتماد على الخبرة الماضية حددت الادارة علاوة ٧٥٪ من تكاليف المنتج المقاسة على اساس التكلفة المستوعبة ، لتكون أساسا مقبولا للسعر المستهدف ، فان تحديد السعر المستهدف بسبعة جنيهات سوف يكون :

	اجمالى	الوحدة
	جـ	جـ
المواد الاولية المباشرة	١٥٠٫٠٠٠	١٫٠
العمل المباشر	٢٥٠٫٠٠٠	١٫٦٧
م٠ص٠ متغيرة	١٢٥٫٠٠٠	٠٫٨٣
م٠ص٠ ثابتة	٧٥٫٠٠٠	٠٫٥
التكاليف الكلية	٦٠٠٫٠٠٠	٤٫٠
الاضافة ٧٥٪ من التكاليف	٤٥٠٫٠٠٠	٣٫٠
	١٠٥٠٫٠٠٠	٧٫٠

وفى ظل قيود نفس السوق ، فان المنشأة تحسب الاضافة على أساس ١٠٠٪ من التكاليف اذا كانت تكاليف المنتج قد حددت على أنها التكاليف المتغيرة . وفى هذه الحالة فان المستهدف يحدد كما يلى :

	اجمالى	الوحدة
	جـ	جـ
المواد الاولية المباشرة	١٥٠,٠٠٠	١,٠
العمل المباشر	٢٥٠,٠٠٠	١,٦٧
المصروفات الصناعية المتغيرة	١٢٥,٠٠٠	٠,٨٣
التكاليف المتغيرة الكلية	٥٢٥,٠٠٠	٣,٥
الاضافة ١٠٠٪ من التكلفة المتغيرة	٥٢٥,٠٠٠	٣,٥
	١٠٥٠٠٠٠	٧,٠

وضح لنا من هذه المناقشة أن أستخدام نظام التكاليف المستوعبة أو المتغيرة لايمثل محور عملية التسعير . فالعوامل الهامة الاخرى هى تحديد نسبة الاضافة (العلاوة) بالنسبة الى تكلفة الانتاج التى تم قياسها ، وقبول السعر المستهدف فى السوق . ويعتمد الحل الامثل لمشكلة السعر على قدرة الادارة فى تحديد السعر الذى يقبله السوق ، وعلاقة هذا السعر بتكلفة المنتج . فاذا كانت الادارة تشعر أن المنشأة فى مركز قوى ، فانها قد تعدل الاضافة الى أعلى منها . واذا كان هناك شعور بأن مركز المنشأة ضعيف فقد تعدل العلاوة لادنى من قيمتها .

ولا يعتبر التسعير على أساس التكاليف بمثابة معادلة محدودة وجامدة . ولكنها ببساطة تمثل طريقة لتحديد السعر المستهدف ، وهى نقطة انطلاق لدراسة تالية . فاذا كان السعر المستهدف غير مقبول للمشترى فى السوق ، فليس لدى المنشأة أختيار وعليها أن تعدل السعر أو تغير خط الانتاج .

ومن الخطأ ان نفترض أن المنشأة سوف تستخدم نفس نسبة الاضافة لكل المنتجات فى خط الانتاج ، بل تغير النسبة طبعا لظروف المنافسة ، العرف المطبق ومدى قبول العميل . كما يمكن أن تتغير نسبة الاضافة تبعا لاهداف الشركة فى خلق تداخل بين الارباح ودوران المخزون . فقد وجد الكثير من المنشآت أن النقص فى الأرباح نتيجة انخفاض السعر قد يتم تعويضه بزيادة الحجم . وطالما أن الهدف الاساسى هو المستوى المرغوب من الأرباح ، وأن الربح معادلة لربح الوحدة وحجم المبيعات ، فقد تطبق المنشأة مدى من استراتجيات الاضافة .

٤-٦ تسعير الطلبيات الخاصة :

لكى نناقش قرارات التسعير للطلبيات الخاصة دعنا نفترض أن الطاقة السنوية الطبيعية لشركة "الصفا" تبلغ ١٥٠٫٠٠٠ وحدة ، أما حجم النشاط الحالى فيبلغ ١٠٠٫٠٠٠ وحدة ، أى أن المنشأة تعمل بثلثى طاقتها . ويباع الانتاج الحالى فى السوق المحلى بسعر ٢ جنيه ، وتبلغ التكلفة المتغيرة للوحدة ١٫٢ جنيه ، أما التكاليف الثابتة السنوية فتبلغ ٦٠٫٠٠٠ جنيه .

وفيما يلى قائمة الدخل الموضوعة على المبيعات والانتاج الحاليين :

	جنيه
المبيعات : ١٠٠٫٠٠٠ × ٢	٢٠٠٫٠٠٠
التكاليف المتغيرة : ١٠٠٫٠٠٠ × ١٫٢	١٢٠٫٠٠٠
الربح المباشر	٨٠٫٠٠٠
التكاليف الثابتة	٦٠٫٠٠٠
صافى الربح	٢٠٫٠٠٠

وتبلغ التكلفة الكلية للوحدة ١٫٨ جنيه (١٫٢ + (٦٠٫٠٠٠ ÷ ١٠٠٫٠٠٠)) .

ونفترض أن هذه الشركة تسلمت عرضا من مشتر أجنبى لكى تصنع وتبيع له ٢٠٫٠٠٠ وحدة اضافية بسعر ١٫٥ جنيه . فهل تقبل الشركة هذه الطلبية ؟ وبالسعر الذى يقل عن التكاليف الكلية للوحدة . واذا كانت الطلبية الخاصة لاتؤثر على السوق المحلية ، فان التكاليف المتغيرة فقط تكون هى الملائمة لهذا القرار . وسوف يكون أثر الطلبية الخاصة على الدخل موجبا ، وتصبح بيانات الدخل كما يلى :

	السوق المحلى جنيه	الطلبية الخاصة جنيه	الاجمالى جنيه
المبيعات :			
المحلية ١٠٠٫٠٠٠ × ٢	٢٠٠٫٠٠٠		
الطلبية ٢٠٫٠٠٠ × ١٫٥		٣٠٫٠٠٠	٢٣٠٫٠٠٠
التكاليف المتغيرة	١٢٠٫٠٠٠	٢٤٫٠٠٠	١٤٤٫٠٠٠
الربح المباشر	٨٠٫٠٠٠	٦٫٠٠٠	٨٦٫٠٠٠
التكاليف الثابتة			٦٠٫٠٠٠
صافى الربح			٢٦٫٠٠٠

وهذا يوضح زيادة فى صافى الربح بمقدار ٦٠٠٠ جنيه نتيجة قبول الطلبيــة الاضافية ٠ وسوف تختلف النتيجة اذا تأثرت المبيعات المحلية بهذه الطلبية ، فاذا تسربت بيانـات هذه الطلبية للسوق المحلى فسوف يتعرض هيكل أرباح الشركة للمخاطر ٠ على أنه قد يؤدى انخفاض السعر فى السوق المحلى الى زيادة حجم المبيعات ومع ذلك قد يقل صافى الربح ، ولعل هذا مما يدعم الآراء المعارضة للتسعير على أساس التكاليف الحديــة ، والخلاصــة أنه يجب علينا ـ عند اتخاذ قرارات الطلبيات الخاصــة ـ أن تدرس جميع الآثار المحتملة على المبيعات الحاليــة ٠

ويقوم التسعير وفقا للمدخل الحدى على فكرة أن هدف قرارات التسعير على المدى القصير هو تعظيم الربح المباشر ، والذى يغطى التكاليف الثابتة ثم ليتبقى منه صافـــى الربح ٠ ولذلك فان تعظيم الربح المباشر يعنى تعظيم صافى الربح ، كما أن كل وحـــدة سوف تزيد أرباح الشركة اذا كان أثرها على الربح الحدى موجبا ٠ ولشـــرح الفكـــرة السابقة ، نفترض الهيكل المثالى لتكاليف وايرادات شركة الممتاز :

سعر البيع العادى ٥ جنيه (عند الطاقة الطبيعية التى تبلغ ١٠٠٪ وتعادل ١٠٠٫٠٠٠ وحدة) ، التكاليف المتغيرة للوحدة : صناعية ٣ جنيه ، تبعيــة ١ جنيه ٠

التكاليف الثابتة السنوية : صناعية ٣٠٫٠٠٠ جنيه ، بيعية ٢٠٫٠٠٠ جنيـــه ٠

وقد استملت شركة الممتاز طلبية لتوريد ١٠٫٠٠٠ وحدة سنويا من مشترى معين بســـعر خاص ٣٫٥ جنيه ولمدة خمسة سنوات ٠ واذا تم التعاقد فسوف يكون الاستلام بالمصنـــع ، ولا تتحمل الشركة مصاريف بيعية ٠ فهل تقبل الشركة الطلبيـــة ؟

والاجابة تلى عرض القائمــة :

	بدون الطلبيـــة		مع قبول الطلبية	
	وحـــدة جنيه	جنيـــــه	وحدة جنيه	جنيـــــه
المبيعات :	١٠٠٫٠٠٠ × ٥ =	٥٠٠٫٠٠٠	٩٠٫٠٠٠ × ٥ =	٤٥٠٫٠٠٠
			١٠٫٠٠٠ × ٣٫٥ =	٣٥٫٠٠٠
		٥٠٠٫٠٠٠		٤٨٥٫٠٠٠
التكاليف المتغيرة :				
صناعية :	١٠٠٫٠٠٠ × ٣ =	٣٠٠٫٠٠٠	١٠٠٫٠٠٠ × ٣ =	٣٠٠٫٠٠٠
بيعية :	١٠٠٫٠٠٠ × ١ =	١٠٠٫٠٠٠	٩٠٫٠٠٠ × ١ =	٩٠٫٠٠٠
		٤٠٠٫٠٠٠		٣٩٠٫٠٠٠

الربح المباشر ٠٠٠ر١٠٠ × ١ - ٠٠٠ر١٠٠

التكاليف الثابتـــة :

صناعيـــة :	٣٠ر٠٠٠		٣٠ر٠٠٠	
بيعيـة	٢٠ر٠٠٠	٥٠ر٠٠٠	٢٠ر٠٠٠	٥٠ر٠٠٠
صافـى الربح		٥٠ر٠٠٠		٤٥ر٠٠٠

وطبعا للنتائج التى تظهرها هذه القوائم لاتقبل الطلبية لأن ذلك يؤدى لنقـــص الربح بمقدار ٥٠٠٠ جنيه ٠ والآن ، ماهو أدنى سعر لقبول الطلبية مع المحافظـــة على مستوى الأرباح الحالى ؟ وبالنسبة لهذا القرار فان التكاليف الثابتة غير ملائمة ، فهـــى لاتتغير كنتيجة للقرار ٠ ولكى نحافظ على معدل الربح الحالى فيجب أن يكـــون الربـــح المباشر للوحدة ــ را جنيه ، كما هو الآن ٠ ولكى تحقق الوحدات الباقة (٠٠٠ر٩٠) الربح المباشر ، فان الطلبية الخاصة (٠٠٠ر١٠ وحدة) يجب أن تحقق أيضـــا معـــدل ربح حدى ١ جنيه للوحدة ٠ وعلى ذلك فان التكاليف الصناعية المتغيرة (٣ جنيـــــه) ستصبح هى التكاليف الملائمة الوحيدة للطلبية الخاصة ٠ ويكون الحد الأدنـــى للســـعر ٤ جنيه (٣ جنيه تكاليف متغيرة + ١ جنيه ربح مباشر) ، وعنده تكون الطلبيـــة مقبولة ، ودونه لاتقبـــل ٠

ولكى ننطلق بالتحليل خطوة أخرى ، دعنا نفترض أن لدى الشركة مخزونا زائـــدا قدره ٥٠٠ وحدة لايمكن بيعها فى السوق العادى ، نظرا لتغير صفات المنتج ــ فما هو أدنى سعر يمكن قبوله ، ويكون قرار القبول أفضل من تركها تتخرد ؟

واذا طبقنا مدخل التكاليف الكلية فى التسعير تكون الاجابة :

التكاليف الكلية ٠٠٠ر٤٥٠ جنيه ÷ ٠٠٠ر١٠٠ وحدة = ٥ر٤ جنيـــه

ولكن تحليلا أعمق يظهر لنا أن التكاليف الثابتة تبقى بدون تغيير ٠ والتكاليف المتغـــيرة ليست ملائمة لأن الوحدات قد تم انتاجها فعلا ٠٠ ، وتكون التكاليف البيعية المتغـــيرة هى التكاليف الوحيدة الملائمة ٠ ومعنى هذا أنه اذا كانت المنشأة تســـتطيـــع بيـــع الخمسمائة وحدة بسعر ١ر١ جنيه ، فان الربح المباشر يكون :

٥٠ جنيه (٥٠٠ × (١ر١ ــ ١)) وهذا أفضل من عدم بيعها ٠

ولكنها اذا باعتها بسعر ٨ر جنيه فسوق تحقق خسارة اضافية قدرها ٢٠ جنيـه ٠

ونفترض ـ حالـة أخـرى ـ تكون فيها الوحدات الخمسمائة سلعا موسمية أى أنها تحتفظ بالمواصفات المطلوبة ٠ فيكون لدى المنشأة اختياران : اما الاحتفاظ بها لمـدة ستة شهور بتكلفة مخزون ٣٠٠ جنيه ، أو بيعها الآن بسعر ٥ر٢ جنيه ثم احلالها فيمـا بعد ٠ ولقد قدر أن التكاليف المتغيرة سوف ترتفع فى ستة شهور الى ٥ر٣ جنيه ، لزيادة أسعار عقود العمل الجديدة ٠ وهنا تصبح التكاليف والمنافع الملائمة : الدخل المحتمل تكاليف الاحتفاظ بالمخزون عند بيعه أو الاحتفاظ به ، وتكاليف الاحلال ٠

	البيـــع الآن ثم الاحلال فيمـا بعـد	الاحتفاظ بها فـى المخـــزون
الايرادات	٢٥٠ر١	
تكلفة الاحلال	(٧٥٠ر١)	
تكاليف الاحتفاظ بالمخزون		(٣٠٠)
	(٥٠٠)	(٣٠٠)

ويتضح أن المنشأة سوفتتحمل ٢٠٠ جنيه زيادة فى التكاليف اذا باعت هذه الوحـــدات الآن وقامت باحلالها فيما بعد ٠ ونلاحظ أن التكاليف الملائمة فى هذه الحالـــة هـــى التكاليف التفاضلية المستقبلة ٠

ومن الجدير بالذكر أن تسعير الطلبيات الخاصةعلى أساس الدخل الحدى قد يبدو ملائما ، ولكن المنشأة قد لاتكون بحاجة الى بيع انتاجها بأقل من السعر العادى ـ اذا كانت تستطيع ذلك ٠ ولكى تتقبل المنشأة سعر أقل فمن المحتمل أن تواجه طاقـة عاطلة ، أوضاع منافسية خاصة فى السوق ، ظروف اجبارية تفرضها تغيرات سريعة فى نماذج ومواصفات السلع ٠ وحينما تواجه المنشأة مثل هذه الظروف فانها قد تحقق ربحا ـ أيضا فى ظلها ـ بالرغم من تسعير بعض المنتجات بأقل من التكلفة الكلية زائدا علاوة ٠ وليس هـذا الوضـع هو الأفضـــل ٠

واذا كانت منشأة تستمر فى البيع بأسعار تزيد قليلا عن التكاليف المتغيرة ، فيجب أن تزيد المبيعات لتغطى التكاليف الثابتة وتحقيق أرباح صافية . وقد يؤدى استخدام المدخل الحدى فى التسعير خلال الأجل القصير الى تعرضها للخطر المالى فى الأجل الطويل ، ومايتبع ذلك من تدهورها . وعلينا أن نكون واثقين من أن المهارة الكبيرة فى اتخاذ قرارات رشيدة هى القدرة على الموازنة بين اعتبارات المدى الطويل وما تفرضه ظروف الأجل القصير .

٦—٥ . بعض مشاكل التسعير على اساس التكاليف

٦-٥-١ . مشكلة توزيع التكاليف الثابتة :

تناولنا فى الجزء السابق حالة منتج واحد فقط ، وتصبح المشكلة فى المنشآت المتعددة المنتجات أكثر تعقيدا . ويرجع ذلك الى أن التكاليف الكلية للوحدة تساوى التكاليف المتغيره لها بالاضافة الى جزء نصيب يوزع عليها من التكاليف الثابتة . ويؤدى هذا الى بعض المشاكل المرتبطة بتوزيع التكاليف الثابتة .

يتطلب تحديد التكلفة الكلية للوحدة توزيع التكاليف الثابتة على عدد الوحدات ، وفى المثال السابق بلغت التكاليف الثابتة الصناعية ٧٥٠٠٠ جنيه ، والمصروفات البيعية والادارية الثابتة ٣٠٠,٠٠٠ وعند حجم أنتاج ومبيعات يعادل ١٥٠,٠٠٠ وحدة فان التكلفة الثابتة للوحدة ٢,٥ جنيه (٣٧٥٠٠٠ ÷ ١٥٠,٠٠٠) . واذا زاد أنتاج الشركة الى ٣٠٠,٠٠٠ وحدة فسوف تنخفض التكلفة الثابتة للوحدة الى ١,٢٥ جنيه ، وسوف يزيد الرقم الى ٥ جنيه عند تخفيض الحجم الى ٧٥٠٠٠ وحدة . أما التكلفة المتغيرة للوحدة فستظل كما هى ٣ جنيه لكل وحدة عند كل المستويات

(١٥٠,٠٠٠ + ٢٥٠,٠٠٠ + ١٢٥٠,٠٠٠) ÷ ١٥٠,٠٠٠ وحدة

افترض أن المنشأة ترغب فى أضافة قدرها ١٠٪ الى التكلفة الكلية كحامه للربح ، فسوف نجد الأسعار الآتية والتى تتوقف على قرار حجم الانتاج

بدائل الحجم	(١)	(٢)	(٣)	(٤)
عدد الوحدات	٧٥٠٠٠	١٠٠٫٠٠٠	١٥٠٫٠٠٠	٢٠٠٫٠٠٠
	جـ	جـ	جـ	جـ
التكلفة المتغيرة للوحدة	٣٫٥	٣٫٥	٣٫٥	٣٫٥
التكليفة المتغيرة للوحدة	٥٫٠	٣٫٧٥	٢٫٥	١٫٢٥
	٨٫٥	٧٫٢٥	٦٫٠	٤٫٧٥
اضافة ١٠٪ على التكلفة الكلية	٠٫٨٥	٠٫٧٣	٠٫٦٠٠	٠٫٤٨
سعر البيع	٩٫٣٥	٧٫٩٨	٦٫٦٠٠	٥٫٢٣

واذا اتخذ قرار باختيار ١٥٠٫٠٠٠ وحدة باعتبارها حجم المبيعات الاكثر احتمالا ، ومعنى ذلك أن المنشأة تتنبأ بتحقيق صافي دخل ٦ر جنيه عن كل وحدة .

افترض انه على أساس سعر بيع ٦٫٦ جنيه ، ونظرا لظروف السوق غير المتوقعة بلغت المبيعات ٢٠٠٫٠٠٠ وحدة . ويظهر فيما يلي أثر التغيرات في الحجم على صافي الدخل :

	التقديري	الفعلي
مبيعات	(١٥٠٫٠٠٠ × ٦) ٩٩٠٫٠٠٠	(٢٠٠٫٠٠٠ × ٦٫٦) ١٫٣٢٠٫٠٠٠
تكاليف متغيرة	(١٥٠٫٠٠٠ × ٣٫٥) ٥٢٥٫٠٠٠	(٢٠٠٫٠٠٠ × ٣٫٥) ٧٠٠٫٠٠٠
هامش الربح	(١٥٠٫٠٠٠ × ٣٫١) ٤٦٥٫٠٠٠	٦٢٠٫٠٠٠
التكاليف الثابتة	٣٧٥٫٠٠٠	٣٧٥٫٠٠٠
صافي الدخل	٩٠٫٠٠٠	٢٤٥٠٠٠

ويوجد اختلاف بين صافي الدخل المقدر للوحدة ٦ر جنيه وصافي الدخل الفعلي للوحدة ١٫٢٢٥ جنيه (٢٤٥٠٠٠ جنيه ÷ ٢٠٠٫٠٠٠ وحدة) ، لأن التكلفة الثابتة للوحدة عند حجم ٢٠٠٫٠٠٠ وحدة هي ١٫٨٧٥ جنيه (٣٧٥٠٠٠ جنيه ÷ ٢٠٠٫٠٠٠ وحدة) ، وقد كانت مقدرة على أساس ٢٫٥ جنيه . والفرق بين التكلفة الثابتة المقدرة ، الفعلية ، للوحدة هو مبلغ ٦٢٥ر جنيه (٢٫٥ ــ ١٫٨٧٥) . وهو نفس الفرق بين صافي الدخل المقدر ، والفعلي (١٫٢٢٥ ــ ٦ر٠)

٦-٥-ج - مشاكل توزيع التكاليف المتصلة :

تواجه المنشآت التى تنتج منتجات عديدة مشاكل تتعلق بتوزيع التكاليف المتصلـــه وفى حالة استخدام التسعير على اساس التكاليف الكلية فانه يفترض وجود اساس مقبـــول لتوزيع جميع التكاليف الصناعية ، وفى بعض الحالات التكاليف البيعية والادارية بـــين المنتجات المتعددة • فلايوجد معيار مطلق لتوزيع هذه التكاليف المتصلة ، والتى لايمكن تحويلها الى كل المنتجات أو خطوط الانتاج •

ويجب أن توجد وسيلة لتوزيعها • ولكى نناقش هذه المشكلة ، دعنا نفترض ان منشأة ما تنتـــج منتجين ، وفيما يلى بيانات انتاجهما وتكليفهما :

	المنتج (أ)	المنتج (ب)
سعر بيع الوحدة	٦ جنيه	١٥ جنيه
التكلفة المتغيرة للوحدة	٤ "	٩ "
تكلفة العمل للوحدة	١ "	٣ "
عدد وحدات الانتاج فى السنة	١٥٠٠٠ وحدة	١٠٠٠٠ وحدة
التكاليف المتصلة للانتاج	١٢٠٫٠٠٠	

وتعبر التكاليف المتصلة عن تلك التكاليف الخاصة بالمنتجين • وللوصـــول الـــى التكاليف الكلية لكل منتج فانه يجب توزيع التكاليف المتصلة • ويوجد العديد من أســـس توزيع التكاليف المتصلة مثل : التكاليف المتغيرة للوحدة ، ساعات العمل الموحـــدة ، كمية المنتجات ، والقيمة النسبية للمبيعات • ويجب أن تكون الطريقة المختارة بسيطـــة ، سهلة القياس وترتبط بالسبب (أساس النشاط المستخدم فى التوزيع) بالأثر (التكلفة) •

— وعند توزيع التكاليف المفصلة على اساس التكاليف المتغيرة :

	التكاليف المتغيرة	المعدل	التكاليف المتصلة
	جـ		جـ
المنتج (أ) (١٥٫٠٠٠ وحدة x ٤ جنيه)	٦٠٫٠٠٠	١٥٠/٦٠	٤٨٠٠٠
المنتج (ب) (١٠٫٠٠٠ وحدة x ٩ جنيه)	٩٠٫٠٠٠	١٥٠/٩٠	٧٢٠٠٠
الاجمالى	١٥٠٫٠٠٠		١٢٠٠٠٠

ـ وقد توزع على اساس ساعات العمل :

	ساعات العمل	المعدل	التكاليف المتصلة
			جـ
المنتج (أ) ١٠٠٠٠ × ١	١٠٠٠٠	١٥/ ٤٥	٤٠٫٠٠٠
المنتج (ب) ١٠٠٠٠ × ٣	٣٠٠٠٠	٣٠/ ٤٥	٨٠٫٠٠٠
الاجمـــالى	٤٥٠٠٠		١٢٠٫٠٠٠

ـ وقد توزع على أساس عدد الوحدات المنتجة :

	عدد الوحدات المنتجه	المعدل	التكاليف المتصلة
			جـ
المنتج (أ)	١٥٫٠٠٠	١٥/ ٢٥	٧٢٠٠٠
المنتج (ب)	١٠٫٠٠٠	١٠/ ٢٥	٤٨٠٠٠
الاجمـــالى	٢٥٠٠٠		١٢٠٫٠٠٠

ـ وعند ما تكون أسعار البيع متساوية فانه يمكن توزيع التكاليف المتصلة على أساس الكميات المنتجه • وحينما تختلف اسعار البيع بدرجة كبيرة ، فان الأساس الأكثر قبولا لتوزيع التكاليف المتصلة هو اساس القيمة البيعية النسبية • وبتطبيقة توزع التكاليف المتصلة كما يلى :

	الوحدات المنتجه	سعر البيع	القيمة البيعية	المعدل	التكاليف المتصلة
			جـ		جـ
المنتج (أ)	١٥٠٠٠	٦	٩٠٫٠٠٠	٩٠/ ٢٤٠	٤٥٫٠٠٠
المنتج (ب)	١٠٠٠٠	١٥	١٥٠٫٠٠٠	١٥٠/ ٢٤٠	٧٥٫٠٠٠
	٢٥٠٠٠		٢٤٠٫٠٠٠		١٢٠٫٠٠٠

ونلاحظ أن اثرهذا المدخل فى التوزيع يؤدى الى نسبة هامش ربح اجمالى ثابتة لكـل منتج عند نقطة المقاطعة • ومؤدى هذه الحقيقة أن تصبح طريقة التوزيع على اســاس القيمة النسبية للمبيعات غير ملائمة القرارات الأدارية ، مع أنها تكون مفيدة فى تحديـد تكاليف المخزون ، ويظهر هامش الربح بعد توزيع التكاليف المتصلة كما يلى :

	المنتج (أ)		المنتج (ب)	
	جـ		جـ	
المبيعــــات	٩٠٫٠٠٠	١٠٠٪	١٥٠٫٠٠٠	١٠٠٪
ناقصا : التكاليف المتصلة	٤٥٠٠٠	٥٠٪	٧٥٠٠٠	٥٠٪
هامش الربح	٤٥٠٠٠	٥٠٪	٧٥٠٠٠	٥٠٪

خلاصـــــ .

* اذا استخدمنا التكاليف المتغيرة كاساس لتوزيع فان المنتج (أ) سوف يحمل بمقدار $\frac{2}{5}$ من التكاليف المتصلة . وحيث يتم أنتاج ١٥٠٠ وحدة من المنتج (أ)، فان التكاليف الكلية للوحدة تصبح : ٤٦ + (٤٨٫٠٠٠ ÷ ١٥٠٠٠) أى : ٧٫٢ جنيـــه

* واذ استخدام ساعات العمل ، فان المنتج (أ) سوف يتحمل $\frac{1}{3}$ من التكاليـــف المتصلة ، وتصبح التكاليف الكلية للوحدة : ٤ + (٤٠٫٠٠٠ ÷ ١٥٫٠٠٠) أى ٦٫٦٧ جنيه .

* واذا استخدام اساس وحدات الانتاج فان المنتج (أ) يتحمل ٦٠٪ من التكاليف المتصلة ، وتصبح التكاليف الكلية للوحدة : (٤ + (٧٢٠٠٠ ÷ ١٥٠٠٠) أى ٨٫٨ جنيه .

* واذا استخدمت القيمة النسبية للمبيعات كأساس لتوزيع التكاليف المتصلة ، فان المنتج (أ) سوف يحمل بنسبة ٣٧٫٥٪ من التكاليف المتصلة ، وتصبح التكاليف الكليـة لوحدة المنتج : ٤ + (٤٥٠٠٠ ÷ ١٥٠٠٠) ، أو : ٧ جنيه وهكذا نجـــد أن التكاليف الكلية والسعر بالتالى سوف يؤثر بالاساس المختار لتوزيع التكاليف المتصلـــة ، وقد لا يكون هذا التحليل ملائما حيثما نأخذ ظروف السوق فى الاعتبار .

تعليق : مع أن التسعير على اساس التكاليف يبدو بسيطا ، الا أنه لا يتفق مع النظريـة الاقتصادية ، فهو يهمل العلاقة بين الطلب والسعر وبين السعر والحجم .

وقد يكون السعر المحدد بالتكاليف الكلية زائدا الاضافة عاليا لدرجة أنه لا يوجد عملاء يشترون كل الحجم الذى تقدمه المنشأة . وهناك مشكلة دائرية مؤداها أن الحجـــم يستخدم لتحديد السعر على أساس التكلفة ، مع أن عدد الوحدات التى تبيعها المنشأة

ومن ثم الحجم الذى تتقدمه قد يعتمد على السعر . ومع ذلك فان هذا الاسلـــوب يستخدم على نطاق واسع ، وربما يرجع ذلك لعدم قدرة متخذ القرار على التحديد الكمى لمنحنى الطلب . وأحيانا يستخدم هذا المدخل ثم يدرس رد فعل المشترين تجاهـــه ويعدل السعر ـ وفى هذا الوضع فان السعر الموضوع على التكلفة يمثل تقريبا اوليا للسعر المستهدف والذى يعدل لمقابلـــة ظروف السوق الفعلية .

وقد يطبق التسعير على أساس التكاليف الكلية لانه يقدم حدا ادنى ، أو حد أمان للسعر ، حتى لاتحدث خسائر . وقد يكون عامل الأمان خادعا اكثر من كونه حقيقيـــا ، فمع أن السعر سوف يغطى التكاليف الكلية الا أن الخسائر قد تحدث نتيجة الخطأ فـــى تقدير حجم المبيعات .
وكلما زادت نسبة التكاليف الثابتة كلما زاد تأثر الربح بحجم المبيعات . واذا كـــان السعر الموضوع على اساس التكاليف الكلية عاليا لدرجة أنه سيبعد العملاء ، فانه يمكن أن ينخفض حجم المبيعات الى المدى الذى قد تكون فيه التكاليف المتوسطة الفعلية اعلى من السعر .
وقد تكون السبب المقنع فى استخدام الاسعار الموضوعة على اساس التكاليف الكلية هـــى أن تكاليف المنشأة المعينة تكون قابلة للمقارنة بتكاليف المنشأة الاخرى . ومعنى ذلـــك أن تكاليف منشأة معينة قد تمثل تقديرات مقبولة لتكاليف المنافسين ، ومن ثـــم فـــان أسعارها قد تبدو قابلة للمقارنة مع أسعار المنافسين . فاذا كانت معظم المنشـــآت تستخدم امكانيات متشابهة لانجاز انشطة متشابهة فانها قد يكون لها نفس تقديـــرات التكاليف الكلية ، وبالمثل الاسعار اذا كانت تنتج بالقرب من نفس مستوى الحجم .

٦ – ٦ • المدخل الحدى فى التسعير :

يمكن عرض المدخل للتسعير فى النموذج العام المبسط التالى :

	جنيـــــه		
التكاليف المتغيرة	x x x	(الحد الأدنى)	↑
التكاليف الثابتة	x x x		مدى المرونة فى
الربح المطلوب	x x x		تحديد السعر
سعر البيع المستهدف	x x x	(الحد الاقصى)	↓

وكما نلاحظ فان المدخل الحدى يقدم حدا أقصى وحدا ادنى يمكن تحديد السعر فيما بينهما • فيوضح الحد الاقصى السعر الذى ترغب الادارة فى تحقيقـــة ، كما أنـــه هو الذى تحققة فى المدى الطويل • ولكن فى ظل ظروف معينة يظهر النموذج ان يمكن المتحرك خلال مدى المرونة حتى يصل السعر الى التكاليف المتغيرة • ويمكننا أن نلاحظ أنه فى بعض الظروف يكون السعر الموضوع على أساس التكلفة المتغيرة فقط ملائما • ويمكننا أ ن نلاحظ الحالات التالية :

(١) حينما توجد طاقة عاطلة •

(٢) عندما ترغم الظروف المنشأة على ذلك •

(٣) حينما تواجة المنشأة بمنافسة حادة بالنسبة لأوامر معينة •

وعندما يوجد أى من هذه الظروف ، قد يكون من الممكن زيادة الأرباح الكليـــــة بتسعير بعض الاعمال ، أو المنتجات أو الأوامر بأى قيمة تزيد على التكلفة المتغيرة ، حتى ولو كانت هذه القيمة تقل بصورة جوهرية عن السعر العادى فى الســـوق .

غير أنه يجب أن يحدد السعر الذى يكون كافيا على الأقل لاسترداد كل التكاليف المتغيرة ، تعتمد الطرق الآخرى على أنه يجب أن يضاف الى التكلفة المتغيرة للوحـدة الربح المستهدف والتكاليف الثابتة •

مثال: تبلغ التكلفة المتغيرة للوحدة ٦ جنيه ، والتكلفة البيعية المتغيرة ٣ جنيه ، أما التكاليف الثابتة : الصناعية ٢٤٠٠٠ جنيه ، البيعية ١٢٠٠٠ جنيه،ويبلغ السعر الذى تستهدف الادارة تحقيقه ١٥ جنيه مع هدف تحقيق ربح مقداره ٩٠٠٠ جنيه .

فما هو حجم المبيعات اللازم لتحقيق هذا الهدف ؟

حجم المبيعات اللازم لتحقيق أرباح ٩٠٠٠ جنيه ، وبسعر بيع ١٥ جنيه

$$= \frac{٣٦٠٠٠ + ٩٠٠٠}{١٥ - (٦ + ٣)} = \frac{٤٥٠٠٠}{٦} = ٧٥٠٠ \text{ وحدة .}$$

يتضح أن التحليل الحدى يؤدى مباشرة لعلاقة التكلفة / الحجم / الربح ، كما يقوم للادارة طريقة سريعة لتحديد حساسية الحجم وتداخل السعر .

ونفترض أنه تم تحديد سعر الذى يمكن أن يقبله السوق بمبلغ عشرة جنيهات ، لذلك فان الادارة سوف تخطط لانتاج ١٥٠٠٠ وحدة وهو الحجم الذى ترى امكانية تحقيقة . وعلى أساس وحدى يمكننا أن تحدد السعر الاقصى والسعر الأدنى :

		جنيه
السعر المستهدف		١٢ أقصى سعر
الربح	= ٩٠٠٠ ÷ ١٥٠٠٠ =	٦ر٠ جنيه
التكاليف الثابتة	= ٣٦٠٠٠ ÷ ١٥٠٠٠ =	٤ر٢ جنيه ٣
التكاليف المتغيرة		٩ أدنى سعر

وبذلك امكن تحديد السعر الاقصى والموضوع على أساس السوق ، وهو أقصى سعر يمكن للمنشأة أن تحققه ، وهو يعكس هدف المنشأة فى سياسة التسعير .
وفى حالات الضرورة يجب على المنشأة أن تخفض سعرها ، ولكن ليس لأقل من تسعة جنيهات وعندما يقل السعر عن ذلك فاننا نتصوران المنشأة تدفع لمن يشترى سلعها . وعند أى سعر يفوق تسعة جنيهات تسترد المنشأة جزءا من تكاليفها الثابتة . بمعنى آخر يمكن أن يقول أن أدنى سعر يمكن قبول هو ذلك السعر الذى يحقق ربح حدى مقداره صفر .

مثال : بلغت التكاليف المتغيرة للوحدة ٥٥ جنيه ، التكلفة الثابتة للوحدة (موضوعة على أساس الحجم المتوقع ٠٠٠ر١٠ وحدة) ٣٠ جنيه والربح العادى للوحدة ١٥ جنيه ٠ وهذه البيانات يمكن أستخدامها لتحديد سعر الوحدة ، يمكن أن تحدد علاقة السعر بالتكلفة عندما يتحدد الأخير على أساس التكلفة الكلية وعلى أساس التكلفة المتغيرة ٠

المدخل التقليدى (التكلفة الكلية)	جنيه	المدخل الحدى	جنيه
السعر	١٠٠	السعر	١٠٠
التكلفة المتغيرة	٥٥	التكلفة المتغيرة	٥٥
التكلفة الثابتة	٣٠	الربح الحدى	٤٥
التكلفة الكلية	٨٥	التكلفة الثابتة	٣٠
صافى الربح	١٥	الربح العادى	١٥

السعر كنسبة من التكاليف الكلية

يعادل = $\frac{١٠٠}{٨٥}$ × ١٠٠ = ١١٨٪

السعر كنسبة من التكاليف المتغيرة

يعادل : $\frac{١٠٠}{٨٥}$ × ١٠٠ = ١٨٢٪

ويعوم المدخل الحدى للتسعير على التكاليف المتغيرة باعتبارها العنصر الأول فى قرارات التسعير فى المدى القصير ٠ وبالاضافة الى تحقيق هامش ولو بسيط فان نموذج المدخل الحدى فى التسعير يتوافق تماما مع تحليل التعادل وتحليل التكلفة / الربح / الحجم وفى المثال يتم تغطية التكاليف الثابتة عند الاحجام التى يزيد على ٠٠٠ر١٠ وحدة ولذلك فان المنشأة التى تطبق المدخل الحدى تكون راغبة فى قبول طلبات بعد الوصول الى ٠٠٠ر١٠ وحدة باسعار تقل عن ١٠٠ جنيه ومثل هذه الوحدات يمكن بيعها بمبلغ ٧٠ جنيه ومع ذلك تحقق ارباح ١٥ جنيه ٠ وفى ظل المدخل التقليدى لا تتضح المعلومات حول التخفيضات المحتملة للسعر بنفس الصورة ٠

٦-٧ . تسعير المنتجات غير النمطية :

فى بعض الحالات نجد منتجات جديدة غير معروفة من قبل ، كما قد توجد خاصة مثل برامج الانشاء وهنا لاتحدث المنافسة فى الاسعار . وتقوم المنافسة على الجدارة العلمية والفنية ، والمهارات الادارية ، والخبرة الماضية دون أن تقوم على اساس السعر بمفرده . وفى هذه الحالات يتحدد السعر نتيجة التفاوض والالتزامات التعاقدية . ومع أن توجد انواع مختلفة من العقود الا أنه يمكن تقسيمها لفئتين أساسيتين :

عقود السعر المحدد : حيث يتضمن كلا الطرفين على سعر يبقى بدون تغير طوال فترة العقد. ويتطلب عقد السعر الثابت الخبرة الماضية بالمنتج أو وجود درجة مخاطرة منخفضة نسبيا لكل من البائع والمشترى .

عقود التكلفة المستردة : وفى هذا النوع من العقود يسترد البائع كل التكاليف المتفق عليها حسب العقد نظير وفائة بشروط العقد ، وذلك بالاضافة الى الأتعاب المتفق عليها . ويشعر المشترى بدرجة كبيرة من الخطر ، ولذلك فهو يعوض البائع عن التكاليف المتفق عليها . ويجب أن يتفادى البائع تحقيق الخسائر ، غير أنه قد يحقق معدل عائد منخفض على أصوله المنتجة .

ويوجد ثلاثة أنواع من العقود التى تقوم على أساس استرداد التكلفة :

• عقود التكلفة زائدا نسبة كأتعاب : حيث تحدد الاتعاب كنسبة من التكاليف الفعلية . فاذا كان العقد على أساس التكلفة + ١٠٪ ، وتحمل المورد تكلفة ١٠٠ر٠٠٠ جنيه فانه سيحصل على أرباح ١٠ر٠٠٠ جنيه على هذا العقد وسوف يكون السعر بالنسبة المشترى ١١٠ر٠٠٠ جنيه . واذا بلغت التكاليف ٢٠٠ر٠٠٠ جنيه فان الربح يكون ٢٠ر٠٠٠ جنيه والسعر ٢٢٠ر٠٠٠ جنيه ، وهكذا . ومن المحتمل أن يكون مثل هذا العقد ضارا بالمشترى ، فقد يتلاعب المورد بزيادة التكاليف وبالتالى الاتعاب .

• عقود التكلفة زائدا أتعاب ثابتة : يتفاوض المشترى والبائع على الاتعاب التى قد تحدد على أساس التكاليف التقديرية للعقد . وعلى سبيل المثال ، افترض أن عقدا لتصميم وتصنيع منتج معين اتفق البائع والمشترى على تقدير مقبول للتكاليف بمبلغ ٥٠٠ر٠٠٠ جنيه ، وكانت نسبة الاتعاب ١٥٪ فمعنى ذلك أنهما قبلا مبلغ ٧٥٠٠٠ جنيه كأتعاب عادلة وكافية . وتكون قيمة العقد ٥٧٥ر٠٠٠ جنيه . واذا حدثت زيادة فى

التكاليف لتصبح ٦٠٠،٠٠٠ جنيه ، فان البائع سوف يسترد من المشترى مبلغ ٦٧٥،٠٠٠ جنيه وهى تشمل الاتعاب الاصلية بالاضافة الى جميع التكاليف التى ينص عليها العقد . والعائد الفعلى للارباح بالنسبة للتكاليف ١٢،٥٪ (٧٥،٠٠٠ ÷ ٦٠٠،٠٠٠)، وهو يختلف عن العائد المخطط ١٥٪ (٧٥٠٠٠ ÷ ٥٠٠،٠٠٠).

ومن المحتمل ان تكون الزيادة فى التكاليف قد أستهلكت بنسبة اعلى من طاقة الشركة ، فان معدل العائد الادنى بالنسبة للتكاليف قد يعنى أن معدل العائد الشامل بالنسبة للبائع سوف يكون ادنى من المعدل المقبول على الاستثمار .

• عقود الحوافز : يستخدم عقد الحوافز لتشجيع المورد على تخفيض التكاليف. وعلى سبيل المثال ، فان عقد التكلفة زائدا أتعاب ثابتة يمكن أن يكون عقدا حافزا اذا اتفق البائع والمشترى على أن يحصل الاول على نسبة من وفرات التكاليف . وعلى سبيل المثال ، افترض أن البائع والمشترى فى المثال السابق اتفقا على أقتسام وفورات التكاليف بنسبة ٥٠ : ٥٠ ، وكان العقد الأصلى ينص على التكاليف بمبلغ ٧٥،٠٠٠ جنيه . واذا بلغت التكاليف ٤٦٠،٠٠٠ جنيه لاكمال العقد كله ، فان البائع سوف يسترد ٥٥٥٠٠٠ جنيه : (٤٦٠،٠٠٠ التكاليف الفعلية + ٧٥،٠٠٠ الاتعاب الثابتة + ½ × ٤٠،٠٠٠ نصيبة فى وفودات التكاليف)

وسوف ترتفع نسبة العائد بالنسبة للبائع الى ٢٠،٧٪ (٩٥،٠٠٠ ÷ ٤٦٠،٠٠٠) ، أى أنه حقق زيادة ملحوظة عما خططة . اما اذا فشل البائع فى تخفيض التكاليف الفعلية ، ولنفرض أنها بلغت ٦٠٠،٠٠٠ جنيه فانه سوف يحصل على ٦٧٥،٠٠٠ جنيه (٦٠٠،٠٠٠ جنيه تمثل التكاليف الفعلية + ٧٥،٠٠٠ جنيه قيمة الاتعاب) . وسوف ينخفض العائد الى ١٢،٥ ٪ (٧٥،٠٠٠ ÷ ٦٠٠،٠٠٠)

وفى رأينا أنه يجب أن تربط الحوافز ايضا بزمن أنجاز المشروع ، على سبيل المثال اذا كانت التكاليف المقدرة فى العقد ٤٠٠،٠٠٠ جنيه وان الاتعاب ٤٠،٠٠٠ جنيه اذا تم التنفيذ خلال سنة ، ويكون الحافز ممثلا فى زيادة الاتعاب بنسبة ١٠٪ عن كل يتم تخفيضه من زمن الإنجاز ، والعكس صحيح .

فاذا تم الانجاز خلال ١١ شهرا ، فان : الاتعاب = $\frac{١١٠}{١٠٠}$ × ٤٠،٠٠٠ = ٤٤٠٠٠ جنيه

، واذا تم الانجاز خلال ١٣ شهرا ، تصبح الاتعاب = $\frac{٩٠}{١٠٠}$ × ٤٠،٠٠٠ = ٣٦٠٠٠ جنيه

٧ - بعض مفاهيم التكاليف وعلاقتها باتخاذ القرارات :

فى تقييم البدائل المختلفة يجب أن تأخذ الادارة فى الاعتبار التكاليف والايرادات المستقبلة والتى سوف تختلف فى ظل كل من البدائل . وتهتم الادارة فقط بتلك الاشياء التى تستطيع التأثير فيها . فهى لاتستطيع تغيير تكلفة الاراضى التى أشترتها عام ١٩٦١ أو الايرادات التى تحققها بتأجير هذه الاراضى فى السنوات السابقة . ويمكنها أن تغير التكاليف والايرادات المستقبلة بقرارها الحالى بالنسبة لاستخدام الأراضى أو التخلى عنها ، ومن ثم فان التكاليف الملائمة هى التكاليف المستقبلة التى سوف تختلف تبعا لتصرفات الادارة والايرادات الملائمة هى الايرادات المستقبلة التى سوف تختلف تبعا لتصرفات الادارة .

ويوجد نوعان من التكاليف الملائمة هما : التكلفة الممكن تجنبها أو التكلفة المضافة وتكلفة الفرصة البديلة .

٧-١ . التكلفة الممكن تجنبها ، التكلفة المضافة :

وهى التكلفة التى يتم تحملها اذا انجز عمل معين ، أما اذا لم يتم هذا العمل أو التصرف فلا يتم تحمل قيمتها . فاذا كنا بسبيل أنشاء آلة معينة فاننا نتحمل هذه التكلفة اذا تم اقتناء الآلة . ومن ثم فان تكلفة الآلة تعتبر تكلفة مضافة ، ويمكن تجنبها طالما أن القرار أو التصرف لم يتم بعد ولكن اذا تم فانه لا يمكن تجنبها وبالمثل اذا كانت الادارة تختار بين مستويات انتاج ٥٠٠ وحدة أو ١٥٠٠ وحدة فان التكلفة الخاصة ب ١٠٠٠ وحدة تكون تكلفة مضافة أو يمكن تجنبها والتى سوف تسجل فقط عند أنتاج ١٥٠٠ وحدة ولاتسجل عند انتاج ٥٠٠ وحدة وفى تقييم بدائل أنتاج ١٥٠٠ وحدة بدلا من ٥٠٠ وحدة ، أو انشاء آلة أم لا ، فاننا نقارن التكاليف المضافة بالايرادات المضافة . وعندما تزيد التكلفة المضافة على الايرادات المضافة لبديل معين فانه لايتم اتخاذ قرار باختياره . اما اذا كانت الايرادات المضافة نتيجة انتاج ١٠٠٠ وحدة أضافية اكبر من التكلفة المضافة لها فاننا قد نقرر أنتاجها . ولانشترط بالضرورة ذلك فقد يكون صافى الايرادات غير كاف وهناك من البدائل الاخرى مايحقق ايرادا صافيا أعلى .

٧ـ٢٠ تكلفة الفرصة البديلة :

تكلفة الفرصة البديلة لاستخدام مورد معين فى استخدام واحد هى صافى التدفقات النقدية التى يمكن الحصول عليها اذا استخدم المورد فى أفضل استخدام بديل ٠ وبالرغم من أن تكاليف الفرصة البديلة لاتدون فى سجلات التكاليف الا أنها يجب أن تؤخذ فى الاعتبار فى تقييم البديل المعين ٠
وتوضح مقارنة الايرادات المضافة بالتكاليف المضافة : هل مشروع استخدام الموارد مربح أم لا ؟ ويساعد تحليل تكاليف الفرصة البديلة على تحديد : هل المشروع هو أفضل الاستخدامات المربحة للموارد ؟

وعلى سبيل المثال ، فاذا كانت الادارة تقيم استخدام مواد أولية تبلغ التكلفة التاريخية لاحتياجات منها ١٠ جنيه ، والتى يمكن بيعها بمبلغ ٥٠ جنيه بتكاليف مضافة قدرها ٢٣ جنيه ، فيقدر أن يحصل المشروع على صافى تدفقات نقدية ٢٧ جنيه ٠ وتبعا لذلك فانه استخدام مربح للموارد ٠ وعلى أية حال فانه قد يكون أو لايكون هو الذى يحقق أقصى الارباح فى استخدام الموارد ٠
فاذا كان يمكن بيع المواد الاولية اللازمة لوحدة المنتج بمبلغ ٢٠ جنيه فان تكلفة الفرصة البديلة لاستخدام المواد الاولية فى هذا المشروع هى ٢٠ جنيه ٠ ونقارنه بالتدفقات النقدية التى تنتج من العمليات الانتاجية الاضافية والبيع ، وسوف نجد أن الانتاج والبيع يحقق تدفق صافى ٧ جنيهات عن الوحدة ٠

ويجب أن ندرك أن تكاليف الفرصة البديلة تتحدد بالنسبة لتصرف أو عمل معين تأخذه الادارة فى الاعتبار ٠ ففى المثال السابق ، كانت الادارة تأخذ فى الاعتبار استخدام المواد الاولية فى الانتاج ٠ وكان الاستخدام البديل للمواد الاولية هو بيعها وذلك ماحدد تكلفة الفرصة البديلة بمبلغ ٢٠ جنيه ٠
واذا فكرت الادارة فى بيع المواد الاولية بمبلغ ٢٠ جنيه فان تكلفة الفرصة البديلة تكون ٢٧ جنيه ٠ وفى هذه الحالة تزيد تكلفة الفرصة البديلة على التدفقات النقديه الصافية التى نحصل عليها بمقدار ٧ جنيه ٠ وتسمى هذه القيمة أحيانا خسارة الفرصة البديلة لاحظ أن التكلفة التاريخية ١٠ جنيه لم تؤخذ فى الاعتبار فى تقييم اى من البدائل ٠ فهى ليست تكلفة ملائمة ٠

وفى بعض الحالات لاتكون تكلفة الفرصة البديلة واضحة فى صورة تدفقات نقدية، بل تكون بمثابة تكلفة الفرصة البديلة الضمنية ٠ وعلى سبيل المثال ، اذا كان استثمار معين يتطلب ٠٠٠ر١٠٠٠ جنيه فانه يكون من الافضل تقييم كل البدائل الممكنه لاستثمار مبلغ ٠٠٠ر٠٠٠ر١ " وبالرغم من أنه من الناحية الفعلية لاتوجد بدائل واضحة وقاطعة ومتاحة ٠ وقد تقوم الادارة بحساب الفائدة الضمنية على مبلغ ٠٠٠ر٠٠٠ر١ جنيه وتستخدمها باعتبارها تكلفة الفرصة البديلة للاقتراح الذى تم أختيارة ٠

من الواضح أن اتخاذ القرارات على أساس بيانات التكاليف التاريخية يواجه أنتقادات عديدة ، ولعل من المؤشرات الواضحة على عدم قبول ارقام التكلفة التاريخية أنه يتم الاعتماد على تكلفة الاحلال فى بعض القرارات ، وكذلك تعديل القوائم المالية وفقا للتغيرات فى مستوى الاسعار ٠ ويشار عادة فى المحاسبة الادارية الى أن التكاليف التاريخية هى تكاليف مغرقة فهى محصلة قرارات الماضى الذى لاتملك الادارة أى رقابة عليه وانها غير ملائمة لاتخاذ القرارات حول المستقبل ٠ وعلى سبيل المثال فان تكلفة الحصول على حقوق لاستخراج البترول فى منطقة معينه ثم شراؤه فى عام ٦١ لاتكون ملائمة لتقرير هل نستمر فى الاستغلال أم لا ؟ هل نبيع هذه الحقوق ، أو نحتفظ بها ؟ ولكن المهم هو مقدار النقدية الذى يمكن الحصول عليه فى المستقبل من العمليات أو البيع ٠

وبالرغم من التكاليف المغرقة فى حد ذاتها غير ملائمة لاتخاذ القرارات فانه يجب تحليلها بالتفصيل قبل أن تتخذ القرارات حول الاحداث المستقبلة ، ولذلك سببان على الاقل :

١- قد تؤثر التكاليف التاريخية على مدفوعات الضرائب المستقبلة والتى سوف تختلف اعتمادا على نوع العمل الذى تقررة الادارة ٠

٢- قد يقدم تحليل التكاليف التاريخية معلومات تفيد فى التعرف على كيفية الاختلاف فى التكاليف المستقبلة فى ظل البدائل المختلفة ٠

٧-٣- التكلفة الممكن تجنبها وتكلفة الفرصة البديلة للبدائل :

سوف نقدم أحد الامثلة والذى يتضمن كلا من تكلفة الفرصة البديلة والتكلفة الممكن تجنبها ، اشترت "شركة سيناء العائدة" آلة متخصصة لانتاج أنواع متشابهة من المنتجات . ولايمكن اعادة بيع الآلة ، كما أن قيمتها خردة تساوى صفر . وتم تحليل التدفقات النقدية الداخلة والخارجة نتيجة أنتاج كل من المنتجات (أ) ، (ب)، (جـ)

المنتج	أ	ب	جـ
بيان :	جنيـه	جنيـه	جنيـه
تدفقات نقدية داخلة	١٠٠٠٠	٢٠٠٠٠	١٨٠٠٠
نفقات نقدية	٨٠٠٠	١٧٠٠٠	١٤٠٠٠
صافى التدفقات النقدية الداخلة	٢٠٠٠	٣٠٠٠	٤٠٠٠
التكاليف الممكن تجنبها	٨٠٠٠	١٧٠٠٠	١٤٠٠٠
تكلفة الفرصة البديلة	٤٠٠٠	٤٠٠٠	٣٠٠٠
صافى عائد كل منتج	(٢٠٠٠)	(١٠٠٠)	١٠٠٠

ويلاحظ مايلى :

(١) أن التكاليف الممكن تجنبها هى تلك التكاليف التى سوف تتحملها الشركة اذا اختارت البديل المرتبط بها . ويلاحظ أن كلا من التكاليف الممكن تجنبها وتكاليف الفرصة البديلة قد حددت فى ضوء علاقتة بالبدائل محل الاعتبار . ومرة أخرى نذكر القارئ أن التكلفة التاريخية للآلة لم تؤخذ فى الاعتبار فى التقييم .

(٢) عند قبول أنتاج المنتج (أ) فاننا نكون قد ضحينا باعلى مكاسب كانت متوقعة وهى مبلغ ٤٠٠٠ جنيه الذى كان سيحققة المنتج (جـ) ، وينطبق هذا على المنتج (ب) ولذلك تكون تكلفة الفرصة البديلة لكل منها ٤٠٠٠ جنيه . واذا تم أنتاج المنتج (جـ) فنكون قد ضحينا بمبلغ ٢٠٠٠ جنيه لعدم انتاج (أ) أو ٣٠٠٠ جنيه لعدم انتاج (ب) وتكون تكلفة الفرصة البديلة هى ٣٠٠٠ جنيه .

مثال :

تقوم شركة الفرح بانتاج منتج واحد وتظهر التكلفة كما يلى :

مواد مباشرة	٢٠ جنيه
عمل مباشر	١٥ جنيه
م٠ص٠ متغيرة	٥ جنيه
م٠ص٠ ثابته	١٠ جنيه تبلغ الطاقة الطبيعية للانتاج
م٠بيعية وادارية متغيرة	٥ جنيه والبيع ٢٥٠٠٠ وحدة
م٠بيعية وادارية ثابتة	٢ جنيه
التكلفة الكلية للوحدة	٥٧

وقد تم استلام طلبية من موزع اجنبى لشراء ٢٠٠٠ وحدة بسعر ٤٧ جنيه للوحدة واذا كان لدى المنشأة طاقة زائدة كافية ولا تبيع فى أى سوق خارجى ٠
ويؤدى قبول الطلبية الى تحمل مصروفات ادارية وبيعية خاصة قدرها ٥٠٠ جنيه ولا توجد عناصر آخرى أضافية من هذه الفئة ٠ فهل يتم قبول الطلبية ؟
تتمثل التكلفة الملائمة للوحدة فى تكلفة المواد الاولية وتكلفة العمل المباشر والتكلفة الصناعية المتغيرة ومجموعها ٤٠ جنيه للوحدة ، ولذلك فان الربح الحدى للوحدة يبلغ ٧ جنيه ، والربح المباشر للطلبية ١٤٠٠٠ جنيه (٢٠٠٠ وحدة x ٧ جنيه).يستبعد منه ٥٠٠ جنيه تكاليف ثابتة للطلبية ، ونتيجة لذلك تساهم الطلبية بمبلغ ١٣٥٠٠ جنيه فى تغطية التكاليف الثابتة الأساسية والأرباح ٠

والتكاليف الملائمة التى يتضمنها التحليل هى التكاليف المضافة للطلبية وليست التكاليف الثابتة الموزعة ٠ وقبل اتخاذ القرار بقبول الطلبية ، فان هناك كثيرا من العوامل غير الكمية التى يجب أخذها فى الاعتبار ٠ ولعل أهمها هو الأثر المحتمل لقبول الطلبية على الهيكل السعرى وحجم المبيعات فى المدى الطويل ٠ فعلى امتداد فترات الزمن يجب أن تحقق الشركة استرداد ٥٧ جنيه عن كل وحدة لكى تستمر فى العمل وبحجم يبلغ ٢٥٠٠٠ وحدة ومع هيكل التكاليف الحالى ٠ وسوف يؤدى قبول الطلبية الى زيادة الارباح بمبلغ ١٣٥٠٠ جنيه اذا لم يكن لها أثر على حجم المبيعات أو الاسعار الاخرى ٠ أما اذا كان قبول الطلبية يؤدى الى ضغط لتخفيض كل الاسعار وسواء اقترن بعدم رضاء العملاء أو أن أيا من الحدثين كان متوقعا ، فانه ليس من الحكمة قبول الطلبية ٠

أسئلة وتماريـــن الفصل الرابع

أولا ــ الاسئلة :

السؤال الأول :

" تحديد قرارات التسعير فى المدى القصير حياة المنشأة فى الاجـــل الطويـــل "
ناقش هذه العبارة .

السؤال الثانى :

يتأثر السعر المحدد على أساس التكلفة الكلية بأسلوب توزيع التكاليف المتصلة ــ علق على هذه العبارة مع الشرح من خلال مثال رقمى .

السؤال الثالــث :

طالب أليك مدير الشركة أن تعمل بها كمحاسب ادارى أن تعطية مذكرة عن أهمية التعرفـة بين الايرادات والتكاليف الملائمة ، والايرادات والتكاليف غير الملائمة ، وضـــح لنـا ماتقوله فى حدود ثمانية أسطر .

السؤال الرابع :

ناقش أحد العروض التى تقوم عليها تحليل التعادل موضحا أثره على النتائـــج الـتى يظهرها تحليل التعادل .

السؤال الخامس :

مع أن نماذج التسعير على أساس التكاليف سهلة الاستخدام ، فأنها قد لاتكون صحيحة نظريا ، ماهو موقفك من هذه العبارة ــ برر . وأذكر بعض الاسباب التى من أجلهـــا تستخدم هذه النماذج على نطاق واسع .

السؤال السادس :

أ ــ اكتب مثالا رقميا بسيطا تشرح به لزميلك نسبة هامش الامان .

ب ــ من خلال مثال رقمى أكتب مثالا توضح به مفهوم تكلفة الفرصة البديلة .

جـ ــ تؤثر التغيرات فى تشكيلة المبيعات على نقطة التعادل . علق على هذه العبـــارة موضحا متى تؤثر ؟ ولماذا تؤثر ؟ ومتى لاتؤثر ؟ .

د ــ اذكر أساسين لتبويب التكاليف مع تحديد فئات التبويب والغرض الأول لكل منهما .

السؤال السابع :

حدد أيا من العبارات التالية يعتبر صوابا وأيها يعتبر خطأ مع التبرير فى ثلاثة أسطر.

١- اذا كانت نسبة الربح المباشر من تشكيلة منتجين ٣٠٪ وكانت نسبة مبيعاتهما ٢: ١ ونسبة الربح الحدى للمنتج الأول ٢٥٪ تكون نسبة الربح الحدى للمنتج الثانى ٤٠٪

٢- تكون عقود التكلفة زائدا الاتعاب الثابتة أكثر خطوره من عقود السعر المحدد بالنسبة للمورد .

٣- يمكن أن يكون الزمن حافزا فى العقود غير أنه لا يرتبط بالتكلفة المقدرة بنفس درجة ارتباطة بالتكلفة الفعلية .

٤- اذا ما أصبحت التكاليف الثابتة لخط الانتاج (القنطاعية) ملزما فأنه لا يكون ملائما عند أتخاذ قرار استبعاد خط الانتاج .

٥- اذا كانت المبيعات عشرة آلاف وحدة والانتاج اثنى عشر ألف وحدة فان المدى الملائم للانتاج احدى عشر ألف وحدة .

٦- تسمى بعض أنواع العقود بعقود التكلفة المستردة لأن المشترى يسترد جميع مايسدده اذا لم ينفذ العقد .

٧- يزيد عدم التأكد فى عقود التكلفة زائدا نسبة كاتعاب وذلك من وجهة نظر البائع والمشترى على السواء .

٨- اذا استخدمت معادلة نقطة التعادل بدقة فهذا يعنى صحة النتائج وأن المدخلات من البيانات تكون على نفس مستوى الدقة .

٩- بالرغم من أنه يمكن توزيع التكاليف المتصلة على المنتجات المرتبطة بها وفقاً لعدة أسس فان آثرها على التسعير يكون واحدا فى جميع الاحوال .

١٠- بصرف النظر عن القيود المعروضة على تحديد السعر ، فانه يمكن تحديده نظريا وتطبيقيا وعمليا وفقا للنظرية الاقتصادية بسهولة .

السؤال الثامـــن :

حدد أيا من العبارات التالية يعتبر صوابا وأيها يعتبر خطأ مع تبرير الاجابـــة في حدود ثلاثة من الاسطر .

١- مع أن التسعير على أساس التكاليف سهل الاستخدام فقد لايكون صحيحا نظريـــا .

٢- أحد المخاطر في أستخدام المدخل الحدى للتسعير أن المنشأة قد لاتتعرف على حجم المبيعات اللازم لتغطية التكاليف الثابتة .

٣- من الافضل أن تطبق التسعير على أساس التكاليف الكلية ضمن سياسات التسعـــير للطلبيات الخاصة .

٤- الأسعار الموضوعة على أساس التكاليف الكلية تعتبر صحيحة من الناحية النظرية عن تلك الأسعار المحدده على أساس منحنى الطلب والعرض .

٥- يؤدى التحويل الى الآلية لآثار على نقطة التعادل نتيجة زيادة أجور الفنيـــــين والاحصائيين في تشغيل الأنظمة الآلية للانتاج .

٦- اذا كان مجموع التكاليف المتغيرة للمبيعات متساوية مع التكاليف الثابتة لـــها فأن زيادة أى منها يؤدى لنفس أثر نقص الآخر عند ثبات عدد الوحدات المباعة .

٧- لا يشترط بالضرورة أن تكون التكاليف المتغيرة ذات علاقة خطية مع حجم المبيعـــات طالما أن المنشأة تعمل في حدود المدى الملائم .

٨- اذا كانت قيمة مبيعات التعادل ضعف هامش الأمان وتعادل التكاليف الثابتـــة نصف قيمة الأولى فأن صافي ربح المنشأة يعادل خمس قيمة مبيعاتها .

٩- اذا أظهرت خريطة التعادل التكاليف الثابتة أعلى التكاليف المتغيرة فـــان الربـــح الحدى ينحصر بين خطى المبيعات والتكاليف المتغيرة .

١٠- اذا أنخفضت التكاليف الثابتة الى أربعة أخماس مقدارها وزادت التكـــاليف المتغيرة بمقدار $\frac{1}{5}$ من الربح الحدى للوحدة لاتتأثر نقطة التعادل طالما أن سعر بيع الوحدة يكون رقما ثابتـــا .

١١- اذا ماحدد السعر وفقا لأساس التكلفة فانه لايتأثر بقوى المنافسة فى السوق ٠

١٢- بالرغم من امكانية بيع المنشأة لجانب كبير من أنتاجها بسعر يفوق السعر المخطط ومع أنها خفضت تكاليفها فانها لم تحقق الربح المخطط ٠

١٣ - اذا كان مستوى السعر عاليا لدرجة عزوف العملاء عن الشراء المنتج ، فأن متوسط التكلفة الفعلية يفوق السعر٠

ثانيـــا-التمارين :

التمرين الأول :

فيما يلى بعض البيانات عن شركة التوفيق التى تنتج منتجا واحدا :

مخزون أول الفترة ٣٠٠٠٠ر٣٠ وحدة ، الانتاج ١٥٠٠٠٠ر١٥٠ وحدة ، المبيعات ١٢٠٠٠٠ر١٢٠ وحدة ٠ وتبلغ التكاليف المتغيرة للوحدة : بيعية ٢ جنيه ، صناعية ١ جنيه ، وتبـاع الوحدة بمبلغ ٥ جنيهات ، وتبلغ التكاليف الثابتة : البيعية ٦٥٠٠٠ جنيه ، والصناعية ٢٥٠٠٠ جنيه ٠

وتظل التكاليف الثابتة دون تغيير خلال المدى الملائم من ٢٥٠٠٠ر٢٥ وحدة الى ١٦٠٠٠٠ر١٦٠ وحدة ٠

والمطلـــوب :

(أ) تحديد مبيعات التعادل السنوية بالوحدات ٠

(ب) تحديد صافى الربح من المبيعات المقدرة ٠

(جـ) بافتراض تحقيق المبيعات المقدرة ، افترض التغيرات الآتية ٠

زيادة سعر البيع بواقع ٢٠٪ ، زيادة التكاليف الصناعية المتغيرة ١٠٪ وبقاء التكاليـف البيعية المتغيرة كما هى ٠ وتزيد التكاليف الثابتة الى ١٠٤٠٠ر١٠٤ جنيه ٠

ماهو عدد الوحدات التى يجب بيعها حتى يتحقق ربح يعادل ١٠٪ من الربح الحـدى ؟

(د) استلمت الشركة طلبية خاصة بشراء ١٠٠٠٠ر١٠ وحدة تستخدم فى سوق آخـر ، وباستخدام البيانات الأصلية - ماهو سعر الوحدة الذى تقبلة الشركة اذا كانت تريـد تحقيق صافى ربح مقدارة ٥٠٠٠ جنيه من هذه الطلبية ؟

التمرين الثانــى :

تصنع أحدى الشركات منتجين (س) ، (ص) وفيما يلى التقديرات الخاصة بهما لعام ١٩٨٢

	المنتج (س)	المنتج (ص)
المبيعات	جـ	
المنتج (س) ٠٠٠ر١٠ وحدة	٠٠٠ر١٠٠	
المنتج (ص) ٢٥٠٠ وحدة		٠٠٠ر١٠٠
التكاليف :		
المتغيرة	٦٠٠٠٠	٣٠٠٠٠
الثابتة	٢٠٠٠٠	٥٦٠٠٠
	٠٠٠ر٨٠	٠٠٠ر٨٦
الدخل قبل الضريبة	٠٠٠ر٢٠	٠٠٠ر١٤

والمطلوب :

(١) بافتراض أن المعدات وتسهيلات الانتاج تستخدم بصورة مستقلة حدد حجم التعادل للمنتج (س) ، وقيمة التعادل للمنتج (ص)

(٢) اذا افترضنا أنه كلا المنتجين اصبح مكملا للاخر بنسبة ١ : ١ ، ولاتوجد أى تغيرات فى معادلة التكلفة للشركة ٠ فما هو حجم التعادل ؟

(٣) باستخدام الافتراض السابق حدد معدل الربح المباشر للشركة ٠

التمرين الثالث :

باعت شركة مراد وشركاه ٠٠٠ر١٠٠ وحدة من منتجها الوحيد بسعر ٢٠ جنيه للوحدة ، وتبلغ التكلفة المتغيرة للوحدة : صناعية ١١ جنيه ، وبيعية ٣ جنيه ٠وتصل التكاليف الصناعية الثابتة ٠٠٠ر٥٠٠ جنيه ، والتكاليف البيعية الثابتة ٠٠٠ر٢٩٢ جنيه ولا يوجد مخزون فى بداية أو نهاية الفترة ٠

والمطلوب :

(١) تحديد التعادل بالحجم والقيمة ٠

(٢) ماهو عدد الوحدات اللازم بيعها لتحقيق أرباح قبل الضريبة قدرها ٠٠٠ر٦٠ جنيه ؟

(٣) اذا كان معدل الضريبة ٤٠٪ من الدخل فما هو حجم المبيعات اللازم لتحقيق أرباح بعد الضريبة مقدارها ٠٠٠ر٩٠ جنيه

(٤) اذا كانت تكاليف العمل تبلغ ٥٠٪ من التكاليف المتغيرة ، ٢٠٪ من التكاليف الثابتة ، فما هو عدد الوحدات المطلوبة لتحقيق التعادل اذا قررت الشركة منح العمال والموظفين علاوة قدرها ١٠٪ من الأجو والمرتبات •

التمرين الرابع :

تقوم احدى الشركات بانتاج ثلاثة أنواع من أغذية الدواجن ، ويتم تسويتها في عدة مناطق • وتستخدم نفس الحبوب والمواد الأخرى لكل نوع من أنواع الأغذية ، ولكن في توليفات مختلفة • وفيما يلي تكاليف كل منها :

نوع الغذاء	التكاليف المتغيرة للمواد لكل ٥٠ كجم	المبيعات المقدرة (طن)
	جـ	
(أ)	٥ر٧	٢٤٠
(ب)	١ر٥	٩٠٠
(جـ)	٢٥ر٤	١٢٠٠

وتتكون تكاليف الانتاج المتصلة من تكاليف العمل غير المباشر ومستودعات الخلط وتبلغ ١٠٥٣٠٠ جنيه • ولقد وضعت الادارة سياستها التسعيرية في السابق على أساس التكاليف الكلية • ولكن أشتكى قسم المبيعات من أن الاسعار أكثر مما ينبغي اذا ما قورنت بأسعار المنافسين ، وأن نصيب الشركة في السوق ينكمش • وكانت الشركة تستخدم نسبة أضافة قدرها ٢٠٪ على التكاليف الكلية المحددة بعد توزيع التكاليف المتصلة على أساس الكميات المنتجة •

المطلوب :

(١) تحديد سعر بيع العبوة ٥٠ كجم لكل من أنواع الغذاء مفترضا التسعير على اساس التكاليف الكلية •

(٢) بافتراض تكلفة متغيرة أضافية قدرها جنيه واحد لكل عبوة من الغذاء (حـ) يمكن أن

أن تزيد المبيعات الى ٢٤٠٠ طن دون التأثر على النوعين الأخرين • وتعتقد الادارة أن هذا النوع لايمكن زيادة سعره الحالى الموضوع على اساس التكلفة الا بمقدار ١ر١ جنيه لكل عبوة • واذا تم أنتاج الكمية الاضافية ، فان التكاليف الكلية المتصلة سوف تزيد لتصل الى ١١٧٠٠٠ جنيه مفترضا أن الطاقة كافية لتسمح بالمبيعات الاضافية ، فبماذا توصى •

التمرين الخامس :

تقوم شركة " محمود ورجب" بانتاج أربعة منتجات س ، ص ، ن ، ع • ولقد لجأت أليك لكى تقوم بدراسة ربحية المنتجات والآثار المختلفة لتغيير تشكيلة المنتج ، وقدمت لك المعلومات الآتية .

المنتج :	(س)	(ص)	(ل)	(ع)
المبيعات (جنيه)	١٠٠٠٠ جـ	١٨٠٠٠ جـ	١٢٦٠٠ جـ	٢٢٠٠٠ جـ
تكلفة المنتجات المباعة	٤٧٥٠	٧٠٥٦	١٣٩٦٨	١٨٥٠٠
اجمالى الربح	٥٢٥٠	١٠٩٤٤	(١٣٦٨)	٣٥٠٠
م• ادارية وبيعية	١٩٩٠	٢٩٧٦	٢٨٢٦	٥٢٢٠
الدخل قبل خصم الضرائب	٣٢٦٠	٧٩٦٨	(٤١٩٤)	(١٧٢٠)
الوحدات المباعة	١٠٠٠	١٢٠٠	١٨٠٠	٢٠٠٠
التكلفة المتغيرة للوحدة المباعة (بالجنيه)	٥ر٢	٣	٥ر٦	٩
مصروفات متغيرة للوحدة المباعة	١٧ر١	٢٥ر١	١	٢ر١

وقد امكنك جمع الاقتراحات المختلفة وحددت البدائل الممكنة (مراعيا ان كلا منها يعتبر مستقلا عن البدائل الآخرى) وهى :

(١) ايقاف انتاج المنتج (ن) .

(٢) ايقاف انتاج المنتج (ن) ونتيجة لذلك أن بعض مبيعات المنتج (ص) بمقدار ٢٠٠ وحدة لان بعض العملاء يفضل شراء المنتجين من نفس البائع

(٣) زيادة سعر (ن) بمقدار ٨ جنيه وبعض الكمية المباعة الى ١٥٠٠ وحده .

(٤) ايقاف المنتج (ل) مع استخدام الطاقة لانتاج منتج جديد (هـ)، مجموع التكلفة المتغيرة للوحدة ٨٫٠٠٥ جنيه، ويمكن بيع ١٦٠٠ وحدة منه بسعر ٩٫٥ جنيه للوحدة

(٥) تحويل جزء من الطاقة التى تنتج المنتج (س) لانتاج المنتج (ع)، وتستطيع الشركة اجراء التحويل دون أية تضحيات، غير أن أنتاج (س) سوف تنخفض الى ٥٠٠ وحدة، يمكن بيع الوحدة بسعر ١٢ جنيه، بينما يزيد انتاج (ع) الى ٢٥٠٠ وحدة يمكن بيع الوحدة بسعر ١٠٫٥ جنيه .

(٦) مضاعفة انتاج المنتج (س) بتشغيل وردية ثانية مع تحمل زيادة الاجور لتصل التكلفة المتغيرة لكل من الوحدات الاضافية ٣٫٥ جنيه، ويمكن بيع هذا الانتاج الاضافى ١٠ جنيه للوحدة .

والمطلوب : اختيار افضل الاقتراحات من حيث أثره على الارباح ثم تحديد أثره على نقطة التعادل ونسبة هامش الأمان .

التمرين السادس :

تقوم " شركة ايمن وشركاه " بالتخصص فى انتاج انواع معينة من الترموستات، وحاليا تعمل الشركة فى حدود ٨٠ ٪ من طاقتها حيث تبلغ المبيعات مقدرة بوحدات القياس المتماثلة ٢٠٠٫٠٠٠ وحدة . وقد نجحت الشركة فى تصريف مبيعاتها باستخدام التسعير الحدى، حيث يضاف للتكلفة المتغيرة مايعادل ٧٥٪ منها لتحديد سعر البيع . وعادة تشترك الشركة فى المناقصات التى تعلن عنها الادارات الحكومية المختلفة، والطلبية تحت الدراسة تتضمن توريد ١٠٠٠ وحدة وقد تم تقدير التكاليف اللازمة لها على النحو التالى :

المصروفات متغيرة ١٠٫٠٠٠ جنيه وتبلغ التكاليف الثابتة الموزعة ضعفها ، العمل المباشر ٥٠٫٠٠٠ جنيه والمواد الاولية ٧٠٫٠٠٠ جنيه ، المصروفات الادارية ومصروفات النقل لهذه الطلبية ١٠٫٠٠٠ جنيه ، وتتطلب هذه الوحدات ادوات ومهمات وعناصر خاصة تبلغ قيمتها ٣٠٫٠٠٠ جنيه .

والمطلوب :

(١) تحديد تكلفة الفرصة البديلة لقبول الطلبية معيسة بالربح المباشر الذى تم التضحيه به ٠

(٢) ماهو الحد الادنى للسعر الذى تقبله الشركة بالنسبة لهذه الطلبية بدون التضحية بالأرباح الحالية ٠

(٣) تحديد التغير فى نسبة هامش الأمان عندما تعمل الشركة بالطاقة الحالية وعندما تعمل بالطاقة الكاملة ٠

التمريـــن السابع :

تحقق شركة " الاثاث الحديث " لصناعة الاثاث حسائر تعادل ٣٠٠٫٠٠٠ جنيه سنويا،وتظهر قائمة الدخل عن عـام ١٩٨١ كما يلى :

	جنيـــه
المبيعات	١٢٫٥٠٠٫٠٠٠
تكلفة البضاعة المباعة	٦٫٠٠٠٫٠٠٠
مجمل الربح	٦٫٥٠٠٫٠٠٠
مصروفات ادارية وبيعية	٦٫٨٠٠٫٠٠٠
صافى الخسارة	٣٠٠٫٠٠٠

وتبلغ طاقة مصنع الشركة ١٠٠٫٠٠٠ ساعة عمل / آله كل سنة،ولكنها تعمل عند مستوى ٦٠٫٠٠٠ ساعة فقط ، وتبلغ التكاليف الصناعية الثابتة ٨٤٠٫٠٠٠ جنيه فى السنة ، ومعدل المصروفات الصناعية المتغيرة ٢ جنيه لكل ساعة عمل (حيث توزع كل المصروفات الصناعية المتغيرة على اساس ساعات عمل الآلات) ٠ ولقد استلمت الشركة طلبا من احدى الجمعيات لتوريد ١٠٠ جهاز عرائس كل عام ، ومع أن الشركة لمتتخصص فى هذا النوع من الاثاث الدقيق الجميل، غير أن الشركة نظرا لظروفها ترغب فى الاستفادة من هذه العرض لتستفيد من مصنعها وقد تم جمع المعلومات التالية :

١ــ سوف يتطلب الجهاز الواحد ٢٠ ساعة عمل على آلالات ٠

٢ــ المواد الاولية اللازمة ٧٠٠ جنيه والعمل المباشر ٢٠٠ جنيه ٠

٣ــ تبلغ مصروفات التغليف والنقل للجهاز الواحد بمبلغ ٩٠ جنيه للجهاز الواحد ٠

٤ـ السعر الذى عرضته الجمعية ١٢٥٠ جنيه ،

٥ـ سوف تزيد المصروفات الادارية بواقع ١٠٫٠٠٠ جنيه سنويا .

وبعد الدراسة قررت الشركة رفض الطلبية على أساس المعلومات التالية :

	جنيه
سعر البيع	١٢٥٠
تكلفة الجهاز	١١٥٠
مجمل الربح	١٠٠
مصروفات تغليف ونقل	٩٠
مصروفات أدارية	١٠
	١٠٠
صافى الربح	صفر

والمطلوب :

(١) وضح الطريقة التى يحتمل أن الشركة قد اتبعتها فى تحديد تكلفة الجهاز .

(٢) أن تعتمد على بيانات التكاليف فى اظهار رأيك فى الطلبية.هل تقبل أم لا ؟

(٣) ماهو أدنى سعر تقبله الشركة ويكون ملائما لظروفها الحالية .

الفصل الخامس
اتخاذ القرارات فى مجال التخطيط المالى

١ – مقدمة :

تناولنا فى الفصل السابق القرارات المتعلقة بتخطيط الارباح ، ولعلنا ندرك أن لتلك القرارات جميعا جوانبها المالية • وعندما نهتم بكفاءة استغلال الموارد لتحقيق هدف الربح، فلا شك أنه تواجهنا قيود تفرضها كمية الموارد المتاحة خلال الفترة • ويعنى ذلك الاهتمام بكفاءة استغلال الموارد المتاحة للمنشأة • ونظرا لأن دراستنا التالية للموازنة الرأسمالية سوف تعالج مشكلة تخصيص الموارد فى الاستثمارات طويلة الأجل ، فان التركيز فى هذا الفصل ينصب على تخصيص الموارد فى الاستثمارات قصيرة الأجل • وسوف تتضمن دراستنا مايلى :

– دورة العمليات ورأس المال العامل •

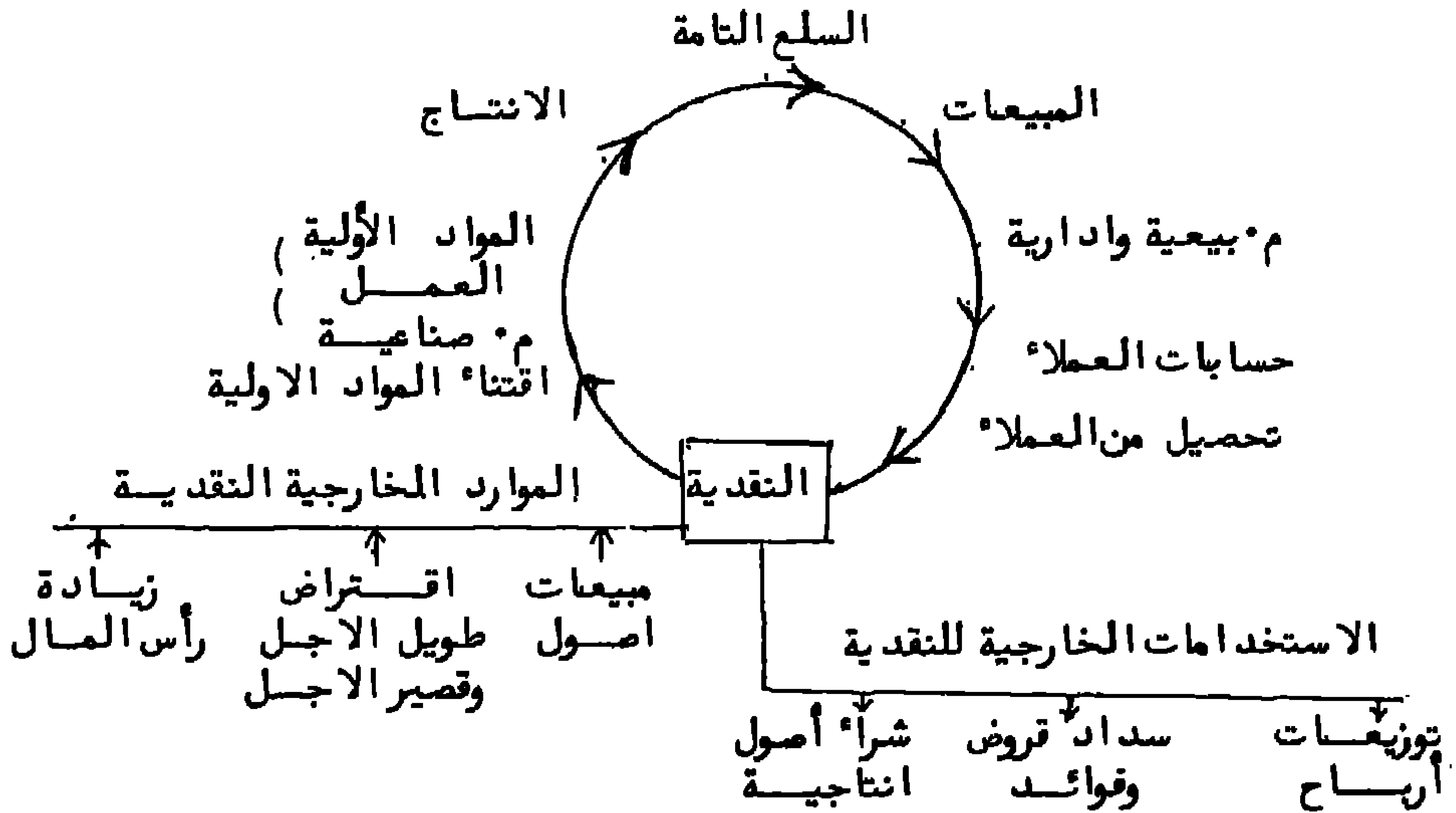
– اعداد قائمة الأموال •

– قرارات الاستثمار فى رأس المال العامل •

٢ – دورة العمليات ورأس المال العامل :

نهتم بالسيولة واليسر فى مجال التخطيط قصيرة الأجل للموارد • وتتضح السيولة من مقدار وتوليفة الأصول • ويعبر اليسر عن قدرة المنشأة على سداد ديونها عند آجال استحقاقها • غير أننا نهتم أولا بالسيولة • ويرجع ذلك الى أنه بوجود نقدية كافية وأصول سائلة أخرى فانه يمكن اعداد الموازنات التقديرية وتوقيت التدفقات النقدية الداخلة والخارجة • ويترتب على ذلك أن تظل المنشأة متيسرة • ولكن كيف يتحدد حجم السيولة اللازم لتتمكن المشأة من تمويل عملياتها ؟ ولا شك أن عوامل متعددة يجب أن يتم الاسترشاد بها ، لأن تحديد المقادير الصحيحة من النقدية والأصول السائلة يتضمن مبادلات بين الربحية والخطر • حيث أنه بزيادة السيولة الى درجة كبيرة جدا تتحمل المنشأة زيادة فى تكلفة رأس المال وتتعرض لخطر سوء ادارة الموارد أو الاختلاس • ومن ناحية أخرى ، يؤدى النقص الكبير فى

السيولة الى زيادة فى التكاليف نتيجة عدم القدرة على الحصول على خصم الكمية أو الخصم النقدى وفقدان بعض الطلبيات وخطر الاعسار • وفى مجال تخطيط السيولة نهتم بدورةالموارد السائلة — والتى نسميها رأس المال العامل — خلال دورة النشاط الجارى • ولاغراض دراستنا يعبررأس المال العامل عن الفرق بين الاصول المتداولة والالتزامات الجارية • وتتضمن الأصول المتداولة النقدية وأيضا تلك الأصول التى يتوقع أن تتحول الى نقدية أو تستنفذ فى العمليات العادية خلال دورة النشاط العادية ، أو خلال سنة ، أيهما أطول • وتعبر الالتزامات الجارية عن تلك الالتزامات التى تستحق خلال دورةالنشاط ، أو سنة ، أيهما أطول • ونحن بذلك نتوقع أن تسدد الالتزامات الجارية من تدفق الأصول المتداولة • وتعبر دورة النشاط عن الزمن اللازم لاستعادة النقديةالمستثمرة ، فى المخزون الى المنشأة خلال تحصيل النقدية من بيع المنتجات أو الخدمات • ويوضح الشكل التالى دورةالنشاط وتدفق النقدية :



(التدفق النقدى — دورة النشاط)

ويتضح من الشكل السابق أن دورة النشاط تبدأ بالنقدية وتنتهى بها ، وتمر بالخطوات التالية :

شراء المواد الأولية ، ثم الانتاج حيث تتحمل المنشأة تكاليف العمل والمصروفات الصناعية اللازمة لتحويل المواد الأولية الى منتجات يمكن بيعها ، يلى ذلك بيع المنتجات وما يترتب على النشاط من مصروفات ادارية وبيعية ، وأخيرا تحصيل قيمة المبيعات . وهكذا — تصبح المنشأة قادرة مرة أخرى على تكرار دورة النشاط .
وبالاضافة الى النقدية التى تتولد من العمليات تحصل المنشأة على موارد أخرى من زيادة رأس المال ، أو الاقتراض ، أو بيع الاصول — كما توجه النقدية الى الاستثمار فى الأصول المنتجة ، أو سداد القروض أو توزيعات الارباح وغيرها .

ويتوقف مقدار رأس المال العامل المطلوب على حجم الاعمال (التى توضحها دورة العمليات) وطول دورة العمليات (ويوضحها سرعة أو تدرج الحركة فى الدورة) وقد يرجع التغير فى حجم الدورة الى نمو النشاط أو التغيرات الموسمية . وحيث يزيد حجم المبيعات تحتاج المنشأة الى زيادة رأس المال العامل ويزيد حجم الدورة .
ويمكن زيادة التدفق بتأخير المدفوعات للموردين أو تقصير وقت العمليات اللازمة للانتاج ، أو تعجيل التحصيل من العملاء .

ويتركز اهتمامنا فى تخطيط الموارد قصيرة الأجل بعاملين :
الأول : توقيت التدفقات النقدية ، فيجب أن تحافظ المنشأة على الموارد الضرورية من النقدية لمقابلة الاحتياجات خلال فترة معينة من الزمن .
الثانى : ويتضمن الاجابة على الاسئلة التالية :
- ماهو مقدار رأس المال العامل الذى يكفى لمقابلة احتياجات المنشأة ؟
- ماهى التوليفة التى تشكل هذا المقدار ؟

ويعنى نقص رأس المال العامل تحمل تكاليف اضافية ، بالاضافة الى زيادة خطر الاعسار ، كما أن زيادته تؤدى لآثار سالبة على الربحية .

٢ـ١ـ في تخطيط رأس المال العامل ـ سرد لبعض الأدوات والملاحظات :

٢ـ١ـ١ـ النقديـة :

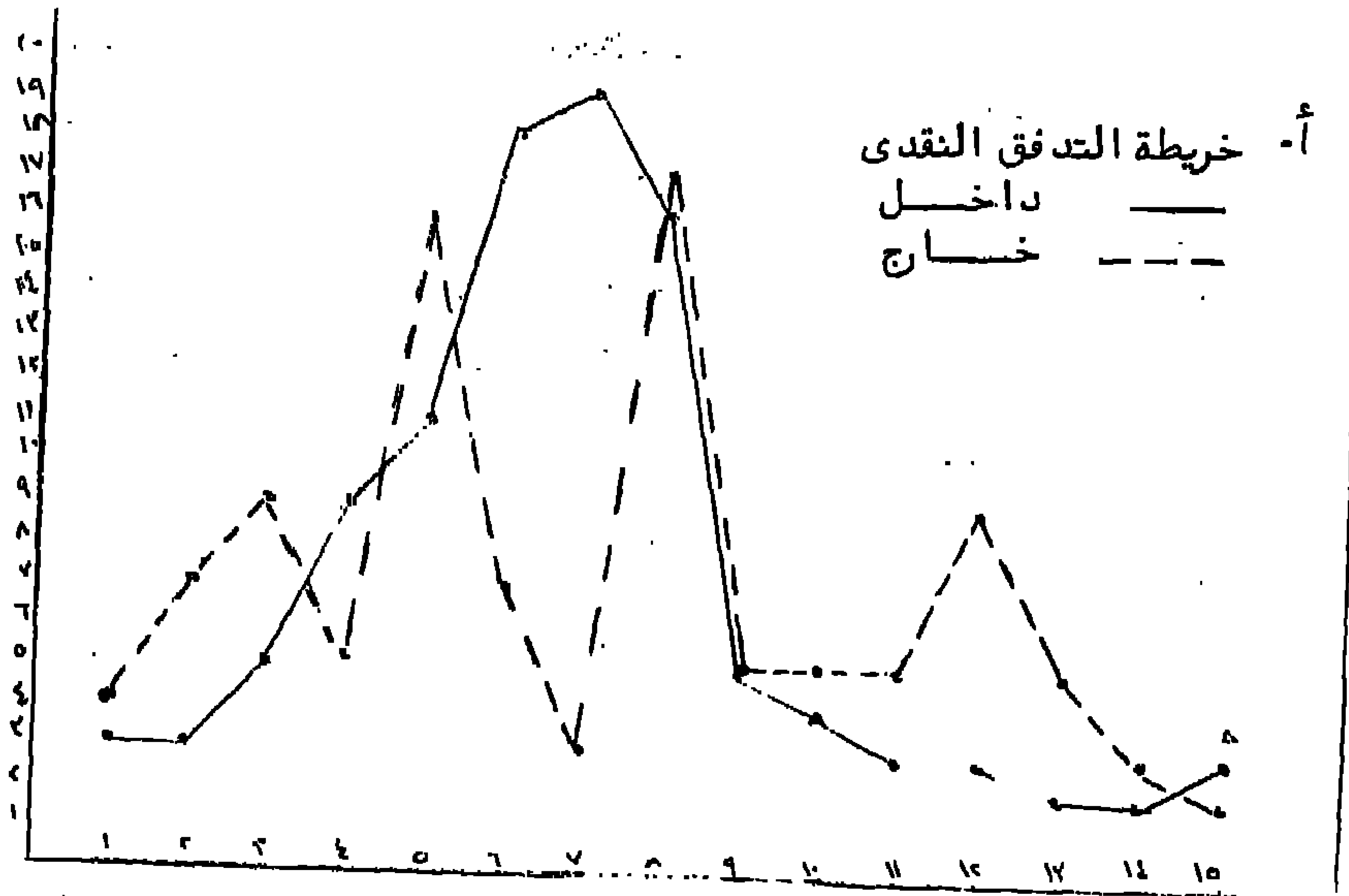
أ ـ الموازنة التقديرية للنقدية :

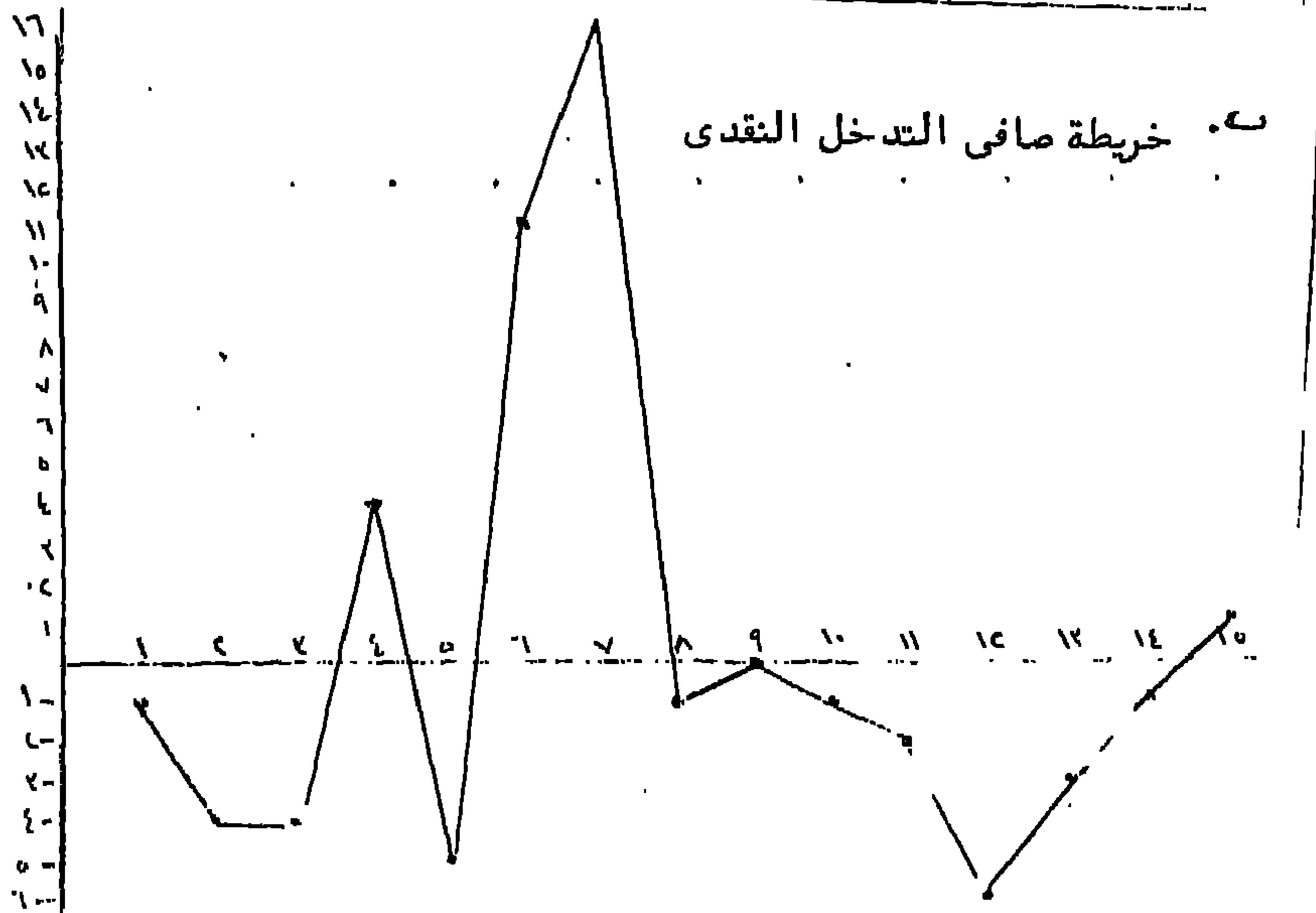
تعتبر الموازنة التقديرية للنقدية محور التخطيط قصير الأجل للموارد ، حيث تبدأ دورة العمليات باستثمار النقدية فى شراء أو تصنيع السلع ، وتنتهى باسترداد النقدية خلال تحصيل قيمة المبيعات . وتعتبر أهم أدوات ادارة الموارد فى الأجل القصير، كما تساعد فى رقابة وتوقيت التدفقات النقدية سواء لأغراض النشاط الجارى أو غيرها (شراء الات ومعدات ، استثمار الفائض النقدى ..) ومن وجهة نظر الدور الذى تؤديه فى تخطيط الموارد فى الآجل القصير، فاننا لانعتبرها مجرد عنصر فرعى فى نظام الموازنات التقديرية للنشاط الجارى ، وقد يكون استخدامها الرئيسى فى عملية الرقابة السابقة على الأحداث . واذا كانت رقابة الايرادات والتكاليف تركز على مقارنة الاداء الفعلى بالمخطط واتخاذ الاجراءات لمنع الانحرافات مستقبلا ، فان المقارنة هى التى تقدم المعلومات اللازمة للعمل . وتنطوى المراجعة المستمرة للموازنات التقديرية واعادة التخطيط للفترات الزمنية القصيرة قبل الاحداث على دور رقابى هام . ونذكر القارئ بأننا تناولنا اجراءات هذه الموازنة خلال الفصل الثالث ضمن نظام الموازنات التقديرية .

ب ـ خريطة التدفقات النقديـة :

يمكن اعداد رسم بيانى يصور توقيت التدفقات النقدية وتحديد الاختلافات ، فنحن نعلم أن بعض المبادلات ينطوى على تدفقات داخلة ، وغيرها يترتب عليه تدفقات خارجة للنقدية . ويجب أن نحافظ على التوازن لمقابلة الاحتياجات اليومية للمبادلات العادية . ويزيد المقدار اللازم بزيادة حجم النشاط الاقتصادى للمنشأة . وتبرز أهمية هذه الاداة بسبب وجود درجة من عدم التأكد فى التقديرات المستقبلة للتدفقات . ولذلك يجب أن يكون هناك بعض الضمان للاحداث غير المتوقعة او التى لم يتضمنها التخطيط . ويمكن اعداد هذه الخرائط على أساس اسبوعى أو يومى أو غير ذلك، ويتوقف الأمر على طبيعة النشاط وحجم المنشأة ودرجة الثقة فى المعلومات المستخدمة . ولشرح هذه الفكرة ، دعنا نفترض البيانات التالية عن التدفق النقدى لاحدى المنشآت خلال ١٥ يوما . وسوف نتبعها باعداد : خريطة التدفق النقدى، خريطة صافى التدفق النقدى .

التدفق النقدى (ألف جنيه) / يوم	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠	١١	١٢	١٣	١٤	١٥
الداخل	٣	٣	٥	٩	١١	١٨	١٩	١٦	٥	٤	٣	٣	٢	٢	٣
الخارج	٤	٧	٩	٥	١٦	٧	٣	١٧	٥	٥	٥	٩	٥	٣	٢
الصافى	(١)	(٤)	(٤)	٥	(٥)	١١	١٦	(١)	٠	(١)	(٢)	(٦)	(٣)	(١)	١





٢ـ١ـ٢ـ حسابات العملاء :

يتم ادارة حسابات العملاء بواسطة اعداد سياسات الائتمان والخصم ومعايير ضمان الائتمان وطبيعة جهود التحصيل . وهذه العناصر تتضمن اجراء تبادلات بين الربحية والخطر. فالسياسة التى تؤدى لزيادة المبيعات تؤدى لزيادة الارباح . وعندما يزيد مقدار حسابات العملاء تزيد التكاليف الكلية اللازمة للمحافظة على الموارد المستثمرة فى هذه الحسابات ، كما يزيد خطر الخسارة نتيجة الديون المعدومة. وفى سبيل تخطيط الموارد ، فمن الضرورى أن تتعرف على توقيت وأهمية المتحصلات من المبيعات .. ويتوقف توقيت وأهمية التدفقات النقدية على سياسات الائتمان والتحصيل ، فأى زيادة فى فترة الائتمان تعنى تأجيل المتحصلات النقدية، كما تؤدى زيادة منح الخصم الى الزيادة فى مصروفات التحصيل وبالتالى تخفيض فى التدفقات الداخلة .

وفى معظم مجالات الاعمال توجد أسس معروفة بالنسبة للخصم وفترة الائتمان واذا طبقت المنشأة معدلات صغيرة للخصم وفترات تحصيل قصيرة فقد تقل المبيعات وقد توجد ميزة تنافسية عندما تزيد المنشأة فترة الائتمان وترفع معدلات الخصم، وفى نفس الوقت فان لهذه السياسة اثارا سالبة بالنسبة لتوقيت التحصلات . ويجب على المنشأة أن توازن بين منافع المبيعات المضافة وتكلفة نقص التدفقات النقدية من المبيعات.

٢ـ٢ـ٣ـ المخزون :

يجب أن تحتفظ المنشأة بكمية من المخزون تكفى لمقابلة متطلبات الانتاج والمبيعات . وعندما تكون معلومات المنشأة مؤكدة فلن تكون هناك حاجة للاحتفاظ بمخزون يزيد عن الحد الادنى لمقابلة الاحتياجات المعروفة، واذا لم يكن الامر كذلك فان المنشأة تحتفظ بمخزون أمان . أما القرارات الهامة فى مجال تخطيط المخزون فهى التى تتناول : الحجم الاقتصادى للطلبية ، مخزون الأمان ، نقطة اعادة الطلب . ويهدف تخطيط المخزون الى التأكد من أن المنشأة تحقق التوازن الأمثل للمخزون، والذى يصل بالتكاليف الكلية المرتبطة بالمخزون الى الحد الأدنى [1].

(١) راجع الصفحات من ١٠٢ الى ١١٠ من هذا المرجع ـ والتى تناولنا فيها تخطيط ورقابة المخزون .

٣ ـ قائمة الأموال " قائمة التغيرات فى المركز المالى " : (١)

٣ ـ ١ • مقـدمـة :

تعطى الميزانية العمومية صورة لحظية فى نقطة معينة من الزمن للموارد التـى حصلت منها المنشأة على أموالها ، والاستخدامات التى وجهت اليها هذه الأمـوال • بينما تشرح قائمة التدفق التغيرات التى حدثت فى حسابات الميزانية خلال فترة زمنيـة بين تاريخين لميزانيتين عموميتين • وتعتبر قائمة الدخل بمثابة قائمة تدفق وهى تشرح التغيرات التى حدثت فى حساب الارباح المحجوزة بتلخيص الزيادة (الايرادات) ، والنقص (المصروفات) فى رقم الارباح خلال الفترة المحاسبية •

وتعتبر قائمة الاموال من قوائم التدفق التى تساعد فى التخطيط المالى للمنشأة ، وعادة ماتحمل القائمة اسم " قائمة التغيرات فى المركز المالى " لاسيما فى التقـاريـر المنشورة • وقد تسمى قائمة مصادر واستخدامات الأموال •وأخيرا قد تسمى قائمـــة الأموال •

وسوف نستخدم الاصطلاح الاخير مفضلين الاسم المختصر للقائمة " قائمة الأموال " وتتوقف عناصر القائمة على المفهوم الذى يعطى للأموال • فاذا كنا نعنى بها رأس المال العامل فسوف تتضمن القائمة مصادر واستخدامات رأس المال العامل • ومن نـاحيـة أخرى فقد ينصرف مفهوم الأموال الى النقدية ، ولذلك تتضمن القائمة مصادر واستخدامات النقدية • وسنتناول قائمة الأموال فى ظل مفهوم الأموال على أنها رأس المـــال العـامـل ، ووفقا لذلك يهدف اعداد قائمة التغيرات فى المركز المالى الى اظهار مصادر واستخدامات رأس المال العامل خلال فترة زمنية معينة • كما أنها تفسـر لنـا أسباب التغيرات التى طرأت على الأصـول المتداولة والالتزامات الجارية ، وقد نحصل على اجابات توضح لنا مثلا : لماذا نقصت الأصول المتداولة ؟ ماهى الاستخـدمات التى وجه اليها صافى الدخل خلال السنة ؟ كيف تم تمويل الاضافات فى الاصـــول الثابتة؟ هل تتوازن سياسة التوزيعات من السياسات الأخرى ؟

وتظهـر القائمة التالية نموذجا لقائمة الأموال وفقا لمفهوم رأس المال العامل :

---

(١) راجع الفصل ١٦ ، الفصل ١٧ من :
Ray H. Garrison, *op.cit.*

قائمة الأمـــــوال

عن السنةالمنتهية فى ٣١ ديسمبر ١٩٨٠

مصادر رأس المال العامل :	جنيـــه
* من العمليات :	
صافى الدخل	***
الاهلاك والنفاد	***
عناصر الاعباء الاخرى التى لاتتطلب الاموال	***
مجموع رأس المال العامل من العمليات	****
* من مصادر أخرى :	
* قروض طويلة الاجـــل	***
* مبيعات اصول	**
* زيادة فى رأس المال	**
مجموع مصادر رأس المال العامل (١)	****
استخدامات رأس المال العامل :	
* شراء واضافات للاصول	***
* سداد قروض طويلة الاجل	**
* توزيعات نقدية	**
* تخفيض رأس المال نقدا	**
مجموع استخدامات رأس المال العامل (٢)	****
الزيادة أو (النقص) فى رأس المال العامل (١) — (٢)	***
بيان التغيرات فى رأس المال العامل :	
الزيادة أو (النقص) فى الأصول المتداولة:	جنيـــه
النقديـــة	***
استثمارات قصيرة الأجل	**
مدينـــون	**
المخزون	**
م. مقدمة	**
	***
النقص أو (الزيادة) فى الخصوم المتداولة:	
قروض قصيرة الاجل	***
دائنـــون	***
م. مستحقة	***
ضرائب مستحقة	***
	***
الزيادة أو (النقص) فى رأس المال العامل	****

٣-٢٠ استخدامات قائمةالأموال :

تستخدم قائمة الاموال لهدفين رئيسيين :

١- كأداة لتحليل الاحداث الماضية بالنسبة لنشاط المنشأة ٠

٢- كأداة للتخطيط للمستقبل ٠

وبالنسبة لكونها اداة للتحليل التاريخى فانها تلقى اضواء على السياسات الاستثمارية والتمويليةالتى اتبعتها المنشأة ٠ ومن الأمور الجوهريةالسياسة المتعلقة باقتناء الاصول الثابتةالجديدة ٠ ماهى الاصول التى تم شراءها ؟ والى أى مدى ساهمت الأموال المتولدة من النشاط فى تمويل هذه الأصول ؟ ثم ماهو حجم التمويل عن طريق الاقتراض أو المصادر الأخرى؟ ٠ آيضا فانه يتم تحديد نسبة كل من أموال الملكية وأموال الاقتراض التى تضمنتها المصادر الخارجية للأموال ٠
ومن ناحية أخرى يمكن تحديد الأموال التى احتاجتها المنشأة من الخارج ونسبتها الى أموال التمويل الداخلى ٠ ونجد أن بعض المنشات تقصر مصادر تمويلها على الاموال التى تتولد من عملياتها ، بينما تهتم منشآت أخرى بالتوسع والنمو عن طريق التمويل الخارجى والاستفادة من الائتمان ٠ ومن العناصر التى يجب مراعاتها فى هذا الصدد الاختيار المتوازن بين الخطر مع الائتمان الاقل تكلفة ، وبين الخطر الاقل والتكلفة الأعلى لاموال الملكية ٠

وتعتبر قائمةالاموال اداة لتخطيط مقدار وتوقيت وخصائص التمويل الجديد ٠ فيمكن تحديد الاستخدامات المقدرة للاموال فى شراء الأصول الثابتة وفى زيادة رأس المال العامل أو فى التوزيعات أو فى سداد الديون لعدة سنوات فى المستقبل ، ثم يتم تقدير الاموال من العمليات ، واذا كان الفرق موجبا فانه يمثل الاموال التى يجب الحصول عليها من الاقتراض أو من الزيادة فى رأس المال ٠ واذا كان مقدار الاموال الجديدة المطلوبةأكبر مما تستطيع الادارة توفيره ، وأن خطط شراء الاصول وسياسات التوزيع - يجب دراستها حتى يمكن خلق توازن بين استخدامات الأموال ومصادر التمويل التى تم التنبؤ بها ٠

وبالنسبة لتخطيط التمويل قصير الاجل ، تكون الميزانية التقديرية للنقدية

ضرورية، فهي تمثل قائمة تدفقات نقدية مستقبلة. ولقد وجدنا أنها تتضمن الاستخدامات التقديرية للنقدية ، والمصادر المقدرة ويظهر الفرق المقدار الذى يجب الحصول عليه حتى يمكن تنفيذ البرامج الموضوعة، واذا ظهر أنه لا يمكن الوفاء بهذا الفرق ، فانه يجب تخفيض الاستخدامات . وبذلك يظهر لنا كيف تتكامل قائمة الاموال مع الموازنة التقديرية للنقدية فى مجال التخطيط المالى .

٣-٣- مصادر واستخدامات رأس المال العامل :

بعد أن عرفنا شكل القائمة وما تحتويه فاننا نتحرك خطوة أخرى لبنائها ، ونظرا لأننا أخذنا بمفهوم الأموال على أنها رأس المال العامل فسوف نتناول مصادره واستخداماته .

٣-٣-١- مصادر رأس المال العامل :

توجد المصادر الرئيسية التالية :
أرباح العمليات ، التمويل طويل الأجل عن طريق زيادة رأس المال أو الاقتراض، مبيعات الأصول .ونتناول كلا منها باختصار فيما يلى :

أرباح العمليات : وهى تعبر عن المصدر الجوهرى والمستمر لرأس المال العامل فى معظم الشركات . واذا لم تكن المنشأة قادرة على تحقيق مقادير كافية من الأموال على مدار الزمن ، فانها سوف تواجه صعوبات فى المحافظة على رأس مال عامل كاف . ويرد ذلك الى وجود حدود على مقدار الأموال التى يمكن الحصول عليها من مصادر التمويل طويل الأجل . ولذلك فانه يتم الاعتماد على العمليات الجارية . بصفة عامة — لامداد الاضافات الى رأس المال العامل من سنة لأخرى . ولهذا السبب أيضا يمكن القول أن العمليات الجارية تقدم أفضل مؤشر عن حالة المشروع .

التمويل طويل الاجل : قد تجد المنشأة أنه من الأفضل أن تدعم مركز رأس المال العامل من فترة لاخرى عن طريق التمويل طويل الأجل ، ويوجد مصدران رئيسيان : زيادة رأس المال ، الاقتراض طويل الأجل .

مبيعات الأصول : مع أن عمليات بيع الأصول المختلفة تمثل مصدرا لرأس المال العامل ، الا أنها ليست عمليات متكررة ، ولا يمكن الاعتماد عليها كمصدر جوهرى

مستمر للأموال • فهى تقدم فقط الأموال الناتجة عن التخلص من أصل معين • وقد لاتكون هناك مشكلة ما اذا وجدت مصادر تمويل طويلةالاجل بالاضافةالى الاموال من العمليات •

٣ — ٣ — ٢ — استخدامات رأس المال العامل :

تتكون الاستخدامات الرئيسية لرأس المال العامل فى المشروع من: الخسائر غير العادية (عمليات غير مربحة) ، تخفيض التمويل طويل الأجل ، شراء واقتناء الآلات والمعدات والأصول غير المتداولةالأخرى • اعلان توزيع الأرباح •

العمليات غير المربحة : اذا كانت بعض العمليات غير مربحة ، فان المنشأة سوف تواجه بتدفق الموارد للخارج مؤدية الى نضوب فى رأس المال العامل خلال الفترة • ويجب أن نلاحظ — أنه حتى اذا أظهرت قائمةالدخل صافى خسارة عن العام، فقد تظل الأموال المحققة من العمليات موجبة • ويحدث هذا اذا كان مقدار الاهلاك المخصوم فى قائمة الدخل أكبر من صافى الخسارةالتى تظهرها القائمة، فاذا كان صافى الدخل (١٥٠٠٠) خسارة ، وكان تم تحميل نتائج العمليات بعبء اهلاك ٥٠٫٠٠٠ جنيه،فان :

صافى الدخل (خسارة	(١٥٠٠٠)جنيه	
+ الاهلاك	٥٠٫٠٠٠	"
الاموال من العمليات	٣٥٫٠٠٠	جنيه

وبالرغم من ظهور (خسارة) فقد ظهرت قيمة موجبة للاموال من العمليات وهذا يعنى أنه يجب البحث عن مكونات الأموال من العمليات دون الاكتفاء برقم صافى الدخل •

تخفيض التمويل طويل الأجل : اذا قررت المنشأة سداد جزء من رأس المال أو القروض طويلةالأجل ، فان رأس المال العامل ينساب خارج المنشأة، وتظهر عملية السداد تحت عنوان استخدامات رأس المال العامل • ويجب أن يخطط مقدما القرارات المتعلقة برد رأس المال أو القروض طويلةالأجل ، وذلك لضمان مركز رأس المال العامل •

شراء الأصول : ويعتبر هذا العنصر مألوفا بدرجة اكبر كاستخدام لرأس المال العامل • فعادة مايتم شراء الآلات والمعدات والمبانى وغيرها ، وتعتبر الاستثمارات فى هذه العناصر عملية غير مستمرة فى معظم المنشآت • وهى تعكس استخداما ضخما للأموال اذا كانت المشتريات فى سنة معينة كبيرة جدا • ويوجد خطر فى عملية التوسع بمعدل أسرع •

اعلان التوزيعات : يمثل اعلان توزيع الارباح استخداما كبيرا لرأس المال العامل ويجب أن تكون سياسة التوزيعات جزءا كاملا من الخطة المالية الشاملة ، فقد يترتب على عدم تنسيق سياسة التوزيعات مع سياسات التوسع والاستخدامات الأخرى للاموال التى صعوبات ، حتى بالنسبة للمنشاة الرابحة • ويلاحظ القارئ أننا ركزنا على اعلان التوزيعات دون دفع قيمتها ، لأن الاعلان عن توزيع الارباح هو الذى يكون له أثره على رأس المال العامل ، فهو الذى يزيد الالتزامات الجارية ، ومن ثم ينقص رأس المال العامل • أما سداد هذه التوزيعات فيما بعد فلن يكون له أثر على رأس المال العامل •

٣ ـ ٣ ـ ٣ ـ عناصر لاتؤثر على رأس المال العامل :

توجد مجموعتان من المبادلات لاتؤثر على رأس المال العامل ، ولهذا لاتظهر فى قائمة الأموال وتتكون المجموعة الأولى من المبادلات التى تؤثر فقط اما على الأصول المتداولة ، أو الالتزامات الجارية • وعلى سبيل المثال التحصيل من المدينين ليس له أثر على المقدار الكلى لرأس المال العامل فى المشأة • وذلك لأن المقدار الذى تضمنته العملية هو مجرد تحويل من حساب أصل متداول (المدينين) الى حساب أصل متداول آخر (النقدية) دون المساس بالمقدار الكلى لرأس المال العامل • وبالمثل ، فان سداد الالتزامات الجارية مثل التوزيعات تحت السداد ليس لها أثر على رأس المال العامل لأن كلا من الأصول المتداولة والالتزامات الجارية سوف يخفضان بمقدر متساو • وباختصار اذا كانت المبادلات تؤثر فقط على الأصول المتداولة والالتزامات الجارية أو أيا منهما فقط فان المقدار الكلى لرأس المال العامل المتاح لن يتغير ، ومن ثم لاتظهر مثل هذه المبادلات فى قائمة الأموال •

وتتكون المجموعة الثانية من المبادلات التى تتضمن الحسابات غير المتداولة فقط وعلى سبيل المثال ، فان توزيع أسهم عادية مجانية ليس له أثر على رأس المال العامل حيث يتم تحويل المبالغ من حساب الأرباح المحجوزة الى حساب رأس المال ، وكلا هما من الحسابات غير المتداولة • ولا يتأثر رأس المال العامل لأن الأصول المتداولة لا تزيد ولا تنقص فى المنشأة كنتيجة لهذا التوزيع • ومثال آخر هو اصدار أسهم رأس مال /فى

مقابل أصول ثابتة جديدة، فلا تتأثر الأصول المتداولة أو الالتزامات الجارية بهذه العملية، ومن ثم لا يكون لها أثر على رأس المال العامل . وقد يفضل البعض اظهار هذه العملية كحدثين مستقلين، بمعنى افتراض أنه تم اصدار رأس مال أولاً، وتبع ذلك شراء الاصول الثابتة . وبمعاملة العملية الوحيدة باعتبارها مبادلتين منفصلتين يكون من الممكن أن نعرض العناصر المرتبطة بها ضمن قائمة الأموال .

٤ ـ مثال لشرح خطوات اعداد قائمة الأموال :

المثال : فيما يلي بعض القوائم الخاصة بشركة المستقبل :

١ ـ الميزانية العمومية ٣١ ديسمبر

	١٩٨٠ جـ	١٩٧٩ جـ
نقدية	٨٠٠٠	٨٦٠٠
مدينون	١٢٦٠٠	٦٦٠٠
بضاعة	٣٣٠٠٠	٢٠٠٠٠
مصروفات مقدمة	١٤٠٠	٨٠٠
استثمارات في شركات تابعة	١٥٠٠٠	١٢٠٠٠
أراضي	١٤٠٠٠	٨٠٠٠
مباني	٢٠٠٠٠	١٦٠٠٠
آلات ومعدات	٣٦٠٠٠	٢٤٠٠٠
	١٤٠٠٠٠	٩٦٠٠٠
مخصص ديون معدومة	٤٠٠	٢٠٠
مجمع الاهلاك	١١٠٠٠	٧٠٠٠
دائنون	٢٦٠٠	٢٠٠٠
م. مستحقة	١٤٠٠	٢٠٠٠
ضرائب مستحقة	١٦٠٠	١٢٠٠
أوراق دفع	٤٠٠٠	١٦٠٠
الارباح المحجوزة	٣١٠٠٠	٢٢٠٠٠
	١٤٠٫٠٠٠	٩٦٫٠٠٠

٢ ـ قائمة الدخل عن السنة المنتهية في ٣١/١٢/١٩٨٠

	جـ	جـ
المبيعات	٦٠٫٠٠٠	
+ ربح بيع آلة (١)	١٠٠	٦٠٫١٠٠
يطرح : مصروفات مختلفة (٢)	٢٠٫٠٠٠	
ضرائب وعوائد	٨١٠٠	٢٨٫١٠٠
صافي الربح		٣٢٫٠٠٠

(١) تكلفة الآلة المباعة ١٦٠٠ جنيه، والقيمة الدفترية فى تاريخ البيع ٣٠٠ جنيه
(٢) تتضمن الاهلاك عن العام وقدره ٥٣٠٠ جنيه •

٣ــ تسوية حساب الارباح المحجوزة :

		جـ
رصيد الحساب فى ١/١/١٩٨٠		٢٢٫٠٠٠
ايرادات أ٠م٠		٣٠٠٠
المحول من قائمة الدخل		٣٢٫٠٠٠
توزيعات نقدية على المساهمين	٤٫٠٠٠	
اسهم مجانية " "	٢٠٫٠٠٠	
خسائر غير عادية لنقص العمليات	٢٠٠٠	٢٦٫٠٠٠
رصيد حساب الارباح المحجوزة فى ٣١/١٢/١٩٨٠		٣١٫٠٠٠

والمطلوب : اعداد قائمة الاموال فى ظل مفهوم رأس المال العامل •

الحل : يتم اعداد القائمة المطلوبة على ثلاثة خطوات :

١ــ تحديد التغيرات التى حدثت فى رأس المال العامل خلال السنة •

٢ــ اعداد ورقة عمل لتحليل التغيرات التى حدثت فى عناصر الميزانية غير المتداولة لتحديد التغيرات الناتجة وآثار كل منها ، والتى سوف تنعكس فى صورة مورد أو استخدام لرأس المال العامل •

٣ــ تعد القائمة التى تشتمل على مصادر واستخدامات رأس المال العامل فى الخطوة (٢)، والفرق يجب أن يكون معادلا للتغير فى رأس المال العامل الذى أظهرته الخطوة (١)•

أولا : قائمة التغيرات فى رأس المال العامل عن السنة المنتهية فى ٣١/١٢/١٩٨٠

	١٩٨٠ جـ	١٩٧٩ جـ	رأس المال العامل زيادة	نقص
نقدية	٨٠٠٠	٨٦٠٠		٦٠٠
مدينون (بعد استبعاد مخصص ديون معدومة)	١٢٢٠٠	٦٤٠٠	٥٨٠٠	
بضاعة	٣٣٠٠٠	٢٠٠٠٠	١٣٠٠٠	
م • مقدمة	١٤٠٠	٨٠٠	٦٠٠	
مجموع الاصول المتداولة	٦٤٦٠٠	٣٥٨٠٠		

	١٩٨٠	١٩٧٩	رأس المال العامل زيادة	رأس المال العامل نقص
			١٩٤٠٠	٦٠٠
مجموع الاصول المتداولة	٦٤٦٠٠	٣٥٨٠٠		
دائنون	٢٦٠٠	٢٠٠٠		٦٠٠
م • مستحقة	١٤٠٠	٢٠٠٠	٦٠٠	
ضرائب مستحقة	١٦٠٠	١٢٠٠		٤٠٠
أوراق دفع	٤٠٠٠	١٦٠٠		٢٤٠٠
مجموع الالتزامات الجارية	٩٦٠٠	٦٨٠٠	٢٠٫٠٠٠	٤٠٠٠
رأس المال العامل	٥٥٫٠٠٠	٢٩٫٠٠٠		
الزيادة فى رأس المال العامل		١٦٫٠٠٠		١٦٠٠٠
	٥٥٫٠٠٠	٥٥٫٠٠٠	٢٠٫٠٠٠	٢٠٠٠٠

ثانيا : اعداد ورقة العمل لتحليل التغيرات فى حسابات الميزانية للعناصر غير المتداولة:

توجد عدة نماذج من ورقة العمل ، بعضها يقوم على أساس قيود اليومية أو اعداد جداول لتحليل التغيرات ، أو الاعتماد على حسابات فى شكل حرف T • وكان اختيارنا لنموذج ورقة العمل على أساس مجموعة من الحسابات فى شكل حرف T احدها يخصص لرأس المال العامل ، ثم يخصص حساب لكل من العناصر التى تتناولها التغيرات • ويوضح حساب رأس المال العامل المصادر فى الجانب الايمن والاستخدامات فى الجانب الأيسر • وتخضع الحسابات الأخرى للقواعد المتعلقة بأرصدة الاصول والخصوم • وسوف نعطى رقما مسلسلا لكل عملية مع شرح موجز لها خارج الحسابات • ويمكن أن نوضح عنوان العملية فى حساب رأس المال العامل فقط •

وعلى سبيل المثال، نجد أن حساب الاستثمارات فى الشركات التابعة له علاقة برأس المال العامل لاستخدام رأس المال العامل فى تمويل زيادة الاستثمارات• وبذلك تظهر هذه العملية فى الحسابين كما يلى :

رأس المال العامل

مصادر	استخدامات
	٣٠٠٠ (١)

استثمارات فى شركات تابعة

١٢٠٠٠ رصيد ١/١	
٣٠٠٠ (١)	١٥٠٠٠ رصيد ٣١/ ١٢

وبنفس الطريقة يعالج حساب الاراضى(٢) ، وحساب المبانى (٣) •

وقد تتطلب بعض التسويات معالجة أكثر من تغير فى الحساب الواحد ، ولا يشـــترط بالضرورة أن يكون لكل تغير فى الحسابات غير المتداولة أثر على رأس المال العامــل . وعلى سبيل المثال ، تعالج عمليات الآلات والمعدات (٤) ، (٥)، (٦) .

رأس المال العامل

مصادر		استخدامات	
٤٠٠	(٤)	١٣٦٠٠	(٥)
٥٣٠٠	(٦)		

آلات ومعدات

٢٤٠٠٠	رصيد ١/١	١٦٠٠	(٤)
١٣٦٠٠	(٥)	٣٦٠٠٠	

مجمع الاهلاك

		١١٠٠٠	رصيد ١/١
١٣٠٠	(٤)	٥٣٠٠	(٦)
١١٠٠٠	رصيد ٣١/ ١٢		

تعبر العملية رقم (٤) عن بيع آلات ، وقد تم استبعاد تكلفتها من حساب الآلات والمعدات ، كما تم استبعاد ما يخصها من اهلاكات من حساب مجمع الاهـــلاك . وهاتين العمليتن لاتؤثران على رأس المال العامل . أما ثمن البيع وقدره ٤٠٠ جنيه فقد ظهر ضمن مصادر الأموال .

(القيمة الدفترية ٣٠٠ ، الربح الناتج ١٠٠ جـ ∴ ثمن البيع ٤٠٠ جـ)

(التكلفـــــة ١٦٠٠ ، القيمة الدفتريـة ٣٠٠ ∴ الاهلاك المجمع للآلة ١٣٠٠ جـ)

وكان من الضرورى تسوية عملية بيع الآلة بحساب الآلات حتى يمكن تحديد الآلات المشتراة جديدة (٥)، والتى تمثل استخداما لرأس المال العامل . ونفس الضـــــرورة بالنسبة لحساب مجمع الاهلاك حتى يمكن تحديد اهلاك العام (٦)، والذى يمثل احـد بنود الأموال من العمليات .

وفيما يلى صورة متكاملة لورقة العمل ، وسوف نتبعها بشرح العمليات الباقيـة

رأس المال العـــامل

المصادر		الاستخدامات	
٤٠٠	(٤) بيع الآلة	٣٠٠٠	(١)
٥٣٠٠	(٦) اهلاك العام الحالي	٦٠٠٠	(٢)
٨٠٠٠	(٧) اصدار أسهم ممتازة	٤٠٠٠	(٣)
٣٠٠٠	(٩) ايرادات أ. م.	١٣٦٠٠	(٥) شراء آلات وعدد
٣١٩٠٠	(١٠) صافى ربح العمليات	٢٠٠٠	(١١)
		٤٠٠٠	(١٢)

استثمارات فى شركات تابعة

١٢٠٠٠	رصيد ١/١	١٥٠٠٠	رصيد ١٢/٣١
٣٠٠٠	(١)		

أراضـى

٨٠٠٠	رصيد ١/١	١٤٠٠٠	رصيد ١٢/٣١
٦٠٠٠	(٢)		

مبانـــى

١٦٠٠٠	رصيد ١/١	٢٠٠٠٠	رصيد ١٢/٣١
٤٠٠٠	(٣)		

بيع الآلـــة

١٦٠٠	(٤)	١٣٠٠	(٤)
١٠٠	(٤)	٤٠٠	(٤)

آلات وعدد

٢٤٠٠٠	رصيد ١/١	١٦٠٠	(٤)
١٣٦٠٠	(٥)		
		٣٦٠٠٠	رصيد ١٢/٣١

مجمع اهـلاك

		٧٠٠٠	رصيد ١/١
١٣٠٠	(٤)	٥٣٠٠	(٦)
١١٠٠٠	رصيد ١٢/٣١		

أسهم ممتازة

		—	رصيد ١/١
		٨٠٠٠	(٧)
٨٠٠٠	رصيد ١٢/٣١		

أسهم عادية

		٦٠٠٠٠	رصيد ١/١
		٢٠٠٠٠	(٨)
٨٠٠٠٠	رصيد ١٢/٣١		

الأرباح المحجوزة

		٢٢٠٠٠	رصيد ١/١
٢٠٠٠٠	(٨)	٣٠٠٠	(٩)
٢٠٠٠	(١١)	٣١٩٠٠	(١٠)
٤٠٠٠	(١٢)	١٠٠	(٤)
٣١٠٠٠	رصيد ١٢/٣١		

ويلاحظ مايلـــــــى :

أ ـ أن حساب رأس المال العامل لم يتأثر بالاسهم المجانية لان المبادلة الخاصة بها مجرد تحويل من حساب الارباح المحجوزة (٨) وذلك عكس التوزيعات النقدية (١٢) ٠

ب ـ بلغ صافى الربح (حسب قائمة الدخل) ٣٢٠٠٠ جنيه غير أن يتضمن ١٠٠ جنيه ربح رأسمالى ، لذلك تم استبعاده لأننا سبق أن اعتبرنا القيمة البيعية للآلة بالكامل ضمن مصادر رأس المال العامل ٠ ويمكن تحديد الامـــوال مـــن العمليات كما يلى :

	جـ
صافي الربح	+++
+ الاهلاك والنفاد (وأية أعباء أخرى لا تنطوي على تدفق للاموال)	+++
+ الخسائر الرأسمالية	+++
ـ الأرباح الرأسمالية	(+++)
الاموال من العمليات	+++

جـ ـ نظرا لأن ايرادات الاوراق المالية رحلت الى حساب الارباح المحجوزة، لذلك لم يتضمن صافي الربح قيمتها • ولكنها أثرت على رأس المال العامل (٩) •

د ـ بالنسبة للخسائر الناتجة عن عمليات غير مربحة والتي تنطوي على استخدام للاموال لتغطيتها ، فقد تم معالجتها باعتبارها استخدام لرأس المال العامل ، وكانت الشركة قد حملتها لحساب الارباح المحجوزة •

و ـ نذكر القارئ مرة أخرى بأن ادراج مقدار الاهلاك ضمن مصادر رأس المال العامل هو لمجرد اظهار التسويات الخاصة بعناصر الأموال المتولدة من العمليات •

ثالثا ــ اعداد قائمة الأموال :

شـركة المسـتقبل
قائمة الاموال عن السنة المنتهية فـــي ٣١/ ١٢/ ١٩٨٠

البيان	جـ	جـ
* مصادر رأس المال العامل :		
من العمليات :		
صافى الربح	٣١٩٠٠	
الاهلاك	٥٣٠٠	٣٧٢٠٠
من بيع الأصول		٤٠٠
من ايرادات الاوراق المالية		٣٠٠٠
من اصدار الاسهم الممتازة		٨٠٠٠
		٤٨٦٠٠
* استخدامات رأس المال العـامل :		
استثمارات فى الشركات التابعة		٣٠٠٠
شراء الاراضى		٦٠٠٠
شراء المبانـى		٤٠٠٠
شراء آلات ومعدات		١٣٦٠٠
توزيع أربـاح		٤٠٠٠
خسائر غير عادية		٢٠٠٠
		٣٢٦٠٠
* الزيادة فى رأس المال العامل		١٦٠٠٠
++ تحليل التغيرات فى رأس المال العامل :		
+ الزيادة أو (النقص) فى الاصول المتداولة :		
نقديـــة		(٦٠٠)
مدينـــون		٥٨٠٠
بضاعـــة		١٣٠٠٠
م ٠ نقديـــة		٦٠٠
		١٨٨٠٠
+ النقص أو (الزيادة) فى الخصوم المتداولة:		
دائنـــون		(٦٠٠)
م ٠ مستحقـــة		٦٠٠
ضرائب مستحقة		(٤٠٠)
أوراق دفـــع		(٢٤٠٠)
* الزيادة فى رأس المال العامل :		١٦٠٠٠

وهكذا، يتضح لنا أن قائمة الاموال تتضمن النتائج التى توصلنا اليها فى الخطوتـين الاولى والثانية ٠

٥ — قرارات الاستثمار فى رأس المال العامل :(١)

٥ — ١ — مقدمة :

يمكن أن ننظر الى التغيرات فى رأس المال العامل باعتبارها مشروعات استثمارية، فهى تنطوى على استخدام الموارد ويجب أن تقترن بأهداف مرغوبة . على أنه يفضل أن تدرس علاقة قرارات رأس المال العامل بالقرارات المالية الأخرى فى المنشاة . وقد يكون اهتمامنا منصبا على متابعة التقدم المالى للمنشأة عبر الزمن، وفى هذا الصدد تهتم بالمعدلات المالية والتحليلات المقارنة . وهدفنا فى هذا الجزء هو توجه الاهتمام لتحقيق هدفى السيولة والربحية ، وأن نقيم مدى منفعة الأعمال التصحيحية التى تتخذ فى سبيل المواءمة بين هذين الهدفين . وترجع أهمية ذلك الى تعدد البدائل التى يمكن استخدامها لتحقيق نفس الهدف . وعلى سبيل المثال ، اذا كان مركز السيولة يتردى ، فقد تقرر الادارة اصدار سندات لتخفيض الالتزامات قصيرة الأجل ، أو تخفيض مستوى المخزون أو زيادة فترة الائتمان الذى تحصل عليها، أو غيرها . وسوف نستعرض فى النقطة التالية بعض القرارات التى يمكن أن تؤدى لتغييرات فى رأس المال العامل والتى تهدف لتصحيح وضع معين .

٥ — ٢ — بعض نماذج القرارات لتصحيح أوضاع رأس المال العامل :

نتناول فيما يلى مجموعة من التغيرات الممكنة فى عناصر رأس المال والتى تهدف لتصحيح أوضاع معينة :

أ — النقدية: يمكن تغيير هيكل المتحصلات والمدفوعات نتيجة تعديل الفترات التى يجب التحصيل أو السداد خلالها ، فيمكن مثلا اجراء تحصيل يومى بدلا من الاسبوعى ، أو تعديل نظام سداد الأجور ليكون كل اسبوعين بدلا من كل اسبوع أو العكس . كما يمكن دراسة حجم الرصيد النقدى اللازم للعمليات وامكانية تغييره بالزيادة أو النقص .

---

(١) إعتمادا على دراسة أعدها كيث . ف . سميث :
Keith V. Smith, Readings on The Management of Working Capital, (San Francisco, West Publishing Co., 1980).

ب ـ الاستثمارات قصيرة الأجل : عندما يوجد فائض نقدى فقد تغير أوجه استثمار هذا الفائض من مجال لآخر ، كما يمكن تعديل الفترات اللازمة لتحويل الاموال بين حسابات النقدية من ناحية ، وبين الاستثمارات قصيرة الأجل من ناحية أخرى .

ج ـ المدينون : يمكن للمنشأة أن تغير حدود منح الائتمان من حيث القيمة والزمن والشروط المرتبطة بالخصم ، كما يمكن اتباع عدة اجراءات بديلة لمتابعة السداد .

د ـ المخزون : يؤدى تغيير طريقة تقييم المخزون الى تغيير رقم رأس المال العامل ، كما سبق لنا دراسة الحجم الاقتصادى لطلبية المخزون ومخزون الامان ، ولا شك أنه يمكن دراسة البدائل المختلفة لها : تخفيض حجم مخزون الامان ، تغيير كمية الطلبية نتيجة التأثير فى متغيراتها • ويمكن من ناحية أخرى التأثير على المخزون عن طريق تغيير هيكل التوزيع بتغيير عدد المنافذ ، أو سلسلة التوزيع

هـ ـ الموردون والمستحقات الأخرى : قد يتاح للمنشأة الحصول على شروط مختلفة من الموردين أو تغييرهم اذا لزم الأمر ، كما يكون لها أن تتخذ مواقف مختلفة فى الاستجابة لفرص الخصم المكتسب الذى تحصل عليه • ويمكن أيضا تغيير اجراءات سداد المستحقات الأخرى •

و ـ الاقتراض قصير الأجل : يمكن تغيير مصادر الاقتراض قصير الأجل ، أو تعديل طرق السداد ، أو البحث عن ترتيبات واجراءات الضمان المختلفة •

ولم يكن مقصدنا فى استعراض هذه النماذج أن نجرى حصر شاملا للقرارات المحتملة فى مجال تغييرات رأس المال العامل •ومن ناحية أخرى، قد يكون بعض هذه التغييرات نتيجة قرارات داخلية والاخرى نتيجة تصرفات جهات خارجية (مثل العملاء أو الموردين) • وقد لا تكون كل هذه التغييرات ممكنة أو مرغوبة نظرا لاختلاف الظروف وتغيرها • كما يفترض أنه بالنسبة للمنشأة المعينة وفى الزمن المحدد توجه بعض التغييرات المرغوبة أو الاعمال التصحيحية • ويجب التعرف على المنافع والتكاليف المتوقعة لكل عمل تصحيحى معين، وتتحدد على أساس فاعليتها فى تحقيق أهداف المنشأة • وعلى سبيل المثال، فان تغييراً فى الخصم النقدى الممنوح للعملاء يعتبر معادلا لتغيير السعر • واذا كنا نبحث أثر زيادة الخصم المسموح به، فان أثر ذلك على تخفيض

استثمارات المنشأة فى حساب المقبوضات سيتوقف على مدى شعور العملاء بميزة السداد المبكر لالتزاماتهم • ولذلك فان المنفعة المتوقعة لاقتراح زيادة معدل الخصم المسموح به يتوقف على : نسبة الخصم الذى تقدمه المنشأة ، نسبة العملاء الذين سوف يستفيدون منه ، والنقص الناتج فى الاستثمار فى حسابات المدينين • وتتمثل التكلفة المتوقعة لهذا الاقتراح فى النقص فى الارباح كنتيجة للخصم الممنوح للعملاء الذين يستفيدون منه نتيجة المعدل الأكبر :

وبالاعتماد على الخبرة الماضية عن استجابة العملاء للتغييرات فى شروط الائتمان فانه يمكن اعداد تقديرات مقبولة للمنافع والتكاليف المتوقعة — من وجهة نظر المنشأة — نتيجة تقديم خصم نقدى أكبر للعملاء • وبعد ذلك يمكن توليف المنافع والتكاليف المتوقعة للبديل المعين لكى يتم حساب العائد على الاستثمار لهذا الاقتراح • واذا تم اجراء مماثل لكل من القرارات الممكنة فانه يمكن النظر لكل منها باعتباره مشروعا استثماريا فى المنشأة ، وهذا يعنى امكانية تقييمه وفقا لاجراءات الموازنة التقديرية الرأسمالية •

٥—٣ — مثال شامل :

اعتمادا على بيانات قائمة الاقتراحات وفكرة تقييم كل اقتراح ، افترض أن منشأة معينة اختارت الاربعة اقتراحات التالية :

- الاول : تغيير هيكل المتحصلات •
- الثانى : تغيير طريقة إستثمار فائض النقدية •
- الثالث : تغيير حدود منح الائتمان •
- الرابع : تغيير كمية طلبية المخزون •

وفيما يلى وصف مختصر وتقدير كمى للمنافع والتكاليف وحسابات العائد على الاستثمار لهذه الاقتراحات الاربعة التى يمثل كل منها مشروعا لاستثمار رأس المال العامل • علما بأن رأس المال المستثمر فى المنشأة ١٫٠٠٠٫٠٠٠ جنيه •

الاقتراح :	الاول	الثانى	الثالث	الرابع
الوصف:	تغيير هيكل المتحصلات	تغيير طريقة استثمار الفائض النقدى ٠	تغيير مدى القطع المطبق فى منح الائتمان	تغيير كمية طلبية المخزون ٠
	تطبيق نظام معين للتحصيل فى ٥ مناطق جغرافية ٠	تعين مدير لادارة الاستثمارات قصيرة الأجل ٠	زيادة الائتمان بتخفيض شروط الدفع ٠	زيادة كمية الطلبية للحصول على خصم كمية أعلى ٠
المنافع المقدرة:	تخفيض متوسط وقت التحصيل بمقدار اسبوع، استثمار أقل بمقدار ٥٠,٠٠٠ جنيه ٠	زيادة متوسط ايرادات الفائض النقدى (٥ر١٪) × (٢,٤٠٠,٠٠٠) = ٣٦٠٠٠ جنية سنويا	زيادة فى الربح نتيجة المبيعات المضافة بدون الزيادة فى الديون المعدومة ٥٤٠٠٠ جنيه سنويا ٠	زيادة فى الارباح (نقص فى التكاليف الكلية) المرتبطة بالحصول على الاجزاء قدرها ١٣٠٠٠ جنيه ٠
التكلفة المقدرة:	قيمة خدمات ٥ بنوك تساعد فى نظام التحصيل ٧٠٠٠ جنيه سنويا ٠	تكلفة توظيف المدير الجديد ٣٠,٠٠٠ سنويا ٠	الاستثمار المضاف فى حساب المقبوضات والمخزون ٣٠٠,٠٠٠	زيادة متوسط المخزون ومن ثم الاستثمار فيه ١٠٠,٠٠٠
العائد على الاستثمار:	(٧٠٠٠)* / (٥٠,٠٠٠)	٣٦٠٠٠ – ٣٠,٠٠٠ / ٣٠,٠٠٠	٥٤ ٠٠٠ / ٣٠٠ ٠٠٠	١٣ ٠٠٠ / ١٠٠,٠٠٠
	١٤٪	٢٠٪	١٨٪	١٣٪

ويمكن تلخيص نتائج التحليل السابق كما يلى :

المشروع	قيمة العائد منفعة أو (تكلفة)	الاستثمار	معدل العائد على الاستثمار
	جـ	جـ	
الاول	(٧٠٠٠)	(٥٠٠٠٠)	١٤٪
الثانى	٦٠٠٠	٣٠٠٠٠	٢٠٪
الثالث	٥٤٠٠٠	٣٠٠٠٠٠	١٨٪
الرابع	١٣٠٠٠	١٠٠ ٠٠٠	١٣٪

---

* حينما يكون كل من البسط والمقام سالبا فان المعدل الاقل يعتبر أفضل من المعدل الاعلى ٠

وقبل أن ندرس القرار الذى يجب أتخاذه فانه من الأفضل أن تحدد بدقة خصائص التغيرات التى تظهرها القائمة السابقة ، وقد تبدو هذه التغيرات واضحة نسبيا فى بعض الحالات مثل البديل الثالث والبديل الرابع • ويتضح ذلك من ادراكنا أن الاضافة الى الاستثمار فى الاصول المتداولة تؤدى لزيادة فى الارباح السنوية ، وهذا يعنى تدفقات نقدية الى المنشأة • بالاضافة الى ذلك فالبديل الثالث يعبر عن رابطة هامة مؤداها أن التكلفة المقدرة تتضمن استثمارا اضافيا فى كل من حسابات المخزون والعملاء • وينطوى الاقتراح الأول على تخفيض أصل متداول وهو النقدية ، وتتمكن المنشأة من ذلك نظير تحملها مصروفات تؤدى لنقص فى أرباحها • وبالنسبة للاستثمارات المخفضة من هذا النوع فان العائد على الاستثمار يجب أن يكون أقل من تكلفة رأس المال لكى يكون جذابا بالنسبة للمنشأة • وبالنسبة للبديل الثانى فان مصروفا سنويا كراتب سوف يؤدى الى زيادة متوقعة فى الايرادات الاضافية للمنشأة • وحيث أنه يتعين على المنشأة أن تلتزم مقدما بالوظيفة الجديدة فانها يجب أن تغير الراتب السنوى وقدره ٣٠،٠٠٠ جنيه بمثابة استثمار سنوى كما هو الحال بالنسبة للثلاثة اقتراحات السابقة •

والآن افترض أن تكلفة رأس المال فى المنشأة تعادل ١٥ ٪ ، افترض أن الاقتراحات الاربعة السابقة تمثل مشروعات مستقلة لاستثمارات رأس المال العامل ، فأى من هذه الاقتراحات تقبلها المنشأة ؟

والاجابة على ذلك أنه اذا لم توجد أية قيود تفرضها المنشأة، فان المنشأة سوف تقبل الأول والثانى والثالث •

ولما كان من المفترض أن استثمارات المنشأة بدون أن نأخذ فى الاعتبار أيا من مشروعات رأس المال العامل تبلغ ١٠٠٠،٠٠٠ جنيه ، وان تكلفة رأس المال بمعدل ١٥٪ (وهو الحد الأدنى للعائد المتوقع على استثمارات المنشأة) فان مقدار العائد المتوقع = ١٥٪ × ١٠٠٠،٠٠٠ = ١٥٠،٠٠٠ جنيه •

* أثر اختيار بعض التوليفات من مشروعات رأس المال العامل على المنشأة :

لكى ندرس أثر اختيار مشروع معين فاننا نجرى مايلى :

	قيمة المنافع جـ	الاستثمار جـ	معدل العائد
حالة المنشأة بدون أى مشروع	xxx	xxx	xxx
+ المشروع			
أو المشروعات المختارة +	xxx	xx	xxx
نتيجة قبول المشروع	xxx	xxx	xxxx
أو المشروعات المختارة	(١)	(٢)	(٣)

وتوضح (١) أثر قبول المشروعات المختارة على المنافع المحققة "
، (٢) " " " " حجم الاستثمار ٠
، (٣) العائد على استثمارات الشركة ككل بعد قبول المشروع أو المشروعات المختارة
(١) ÷ (٢)

ويقارن العائد على الاستثمار بعد قبول المشروعات المختارة بالعائد على الاستثمار عندما لاينفذ أى مشروع، فاذا كان الأثر ايجابيا يقبل المشروع أو المشروعات المختارة (أى فى حالة زيادة العائد على الاستثمار)٠ واذا كان العائد المحقق بعد اضافة المشروع أو المشروعات المختارة أقل من العائد الأصلى فسوف يرفض المشروع ٠

ونوضح فيما يلى أثر بعض الاختيارات :

* أثر اختيار المشروع الأول :

	قيمة العائد جـ	الاستثمار جـ	معدل العائد على الاستثمار
حالة المنشأة بدون أى مشروع	١٥٠،٠٠٠	١٠٠٠،٠٠٠	١٥٪
+ المشروع الأول	(٧٠٠٠)	(٥٠،٠٠٠)	١٤٪
	١٤٣،٠٠٠	٩٥٠،٠٠٠	١٥،٠٥٪

* أثر اختيار المشروعين الاول والثانى معا :

	جـ	جـ	
حالة المنشأة بدون أى مشروع	١٥٠،٠٠٠	١٠٠٠،٠٠٠	١٥٪
+ المشروع الاول	(٧٠٠٠)	(٥٠،٠٠٠)	١٤٪
+ المشروع الثانى	٦٠٠٠	٣٠،٠٠٠	٢٠٪
	١٤٩،٠٠٠	٩٨٠،٠٠٠	١٥،٢٪

* أثر اختيار المشروعات الأول والثانى والثالث معا :

	جـ	جـ	
المنشأة بدون أى مشروع	١٥٠ر٠٠٠	١ر٠٠٠ر٠٠٠	١٥٪
+ المشروع الاول	(٧٠٠٠)	(٥٠ ٠٠٠)	١٤٪
+ المشروع الثانى	٦٠٠٠	٣٠ ٠٠٠	٢٠٪
+ المشروع الثالث	٥٤ ٠٠٠	٣٠٠ ٠٠٠	١٨٪
	٢٠٣ ٠٠٠	١ر٢٨٠ر٠٠٠	١٥ر٨٦٪

ويتضح أن المشروع الأول يؤدى لزيادة معدل العائد على استثمارات الشركة من ١٥٪ الى ١٥ر٠٥٪ ولذلك نقبله

ومن ناحية أخرى نجد أن المشروعين الأول والثانى يرفعان معدل العائد الى ١٥ر٢٪ ولذلك نفضل تنفيذ المشروعين معا بدلا من الأول فقط .

ولكننا نجد أن تنفيذ المشروعات الثلاثة الأول والثانى والثالث يؤدى لزيادة العائد الى ١٥ر٨٦٪ وهذا أفضل من تنفيذ المشروعين الأول والثانى فقط .
غير أن هناك حدودا قد تفرض، فاذا كان معدل النمو المقبول ١٥٪ فمعنى ذلك أن حجم استثمارات الشركة سوف يكون فى حدود

١١٥٪ × ١ر٠٠٠ر٠٠٠ (الاستثمار الحالى) = ١ر١٥٠ر٠٠٠ جنيه

ولما كان الاستثمار فى المشروعات الثلاثة يتطلب زيادة الاموال المستثمرة الى ١ر٢٨٠ر٠٠٠ جنيه، فانه لايمكن قبول البديل الخاص بتنفيذ المشروعات الثلاثة . ويكون الاختيار الأمثل هو الذى يحقق أعلى معدل عائد يسمح به القيد المفروض على حجم استثمارات الشركة .

ولما كان لدينا أربعة مشروعات نختار منها فان عدد البدائل الممكنة يكون ١٦ ، ومن ناحية أخرى افترضنا أن هناك عدة معدلات محتملة لنمو الشركة ، وبالتالى وجدت قيود على حجم الاستثمار تمثلها معدلات النمو: ٥٪ ، ١٥٪ ، ٢٥٪ ، ٣٥٪ عندما يكون معدل النمو ٥٪ فالقيد على حجم الاستثمار يتحدد ب :

(١٠٥ / ١٠٠) × ١٠٠٠ر٠٠٠ = ١٠٥٠ر٠٠٠ جنيـه

وعندما يكون ١٥ ٪

(١١٥ / ١٠٠) × ١ر٠٠٠ر٠٠٠ = ١ر١٥٠ر٠٠٠ جنيـه

وهكـذا ٠

ويظهر الجدول التالى البدائل المختلفة للقبول من المشروعات الممكنة وفى ظل عـدة قيود على حجم الاستثمار ٠

الاختيار الأمثل لمشروعات رأس المال العامل على ظل القيود المختارة على رأس المال

المشروعات	العائد*	الاستثمار*	العائد على الاستثمار ٪	القيد على حجم الاستثمار* ١٠٥٠	١١٥٠	١٢٥٠	١٣٥٠	غير محدد
لاينفذ أى مشروع	١٥٠	١٠٠٠	١٥					
١	١٤٣	٩٥٠	١٥ر٨٥					
٢	١٥٦	١٠٣٠	١٥ر١٥					
٣	٢٠٤	١٣٠٠	١٥ر٦٩	×	×	×		
٤	١٦٣	١١٠٠	١٤ر٨٢	+				
١، ٢	١٤٩	٩٨٠	١٥ر٢	أمثل	أمثل	—		
١، ٣	١٩٧	١٢٥٠	١٥ر٧٦	×	×	أمثل		
١، ٤	١٥٦	١٠٥٠	١٤ر٨٦	×	×	×		
٢، ٣	٢١٠	١٣٣٠	١٥ر٧٩	×				
٢، ٤	١٦٩	١١٣٠	١٤ر٩٦					
٣، ٤	٢١٧	١٤٠٠	١٥ر٥	×	×	×	×	
١، ٢، ٣	٢٠٣	١٢٨٠	١٥ر٨٦	×	×	×	أمثل	أمثل
١، ٢، ٤	١٦٢	١٠٨٠	١٥	×				
١، ٣، ٤	٢١٠	١٣٥٠	١٥ر٥٦	×	×	×		
٢، ٣، ٤	٢٢٣	١٤٣٠	١٥ر٥٩	×	×	×	×	
١، ٢، ٣، ٤	٢١٦	١٣٨٠	١٥ر٦٥	×	×	×	×	

ويوضح الجدول السابق أن المشروع الثالث يحقق عائدا أعلى من أى من المشـروعات الأخرى ، ومع ذلك فهو غير مقبول فى ظل القيود الاستثمارية الثلاثة الأولـى ٠

* القيمة بالألف جنيه ٠

وبالنسبة لمجموعة البدائل التالية التى يتضمن كل منها مشروعين نجد أن اختيار المشروعين الأول والثانى معا يكون هو البديل الأمثل اذا كان القيد الاستثمارى : ١٬٠٥٠٬٠٠٠ جنيه ، ١٬١٥٠٬٠٠٠ جنيه • ولكن عندما يسمح حجم الإستثمار بتنفيذ المشروعين الأول والثالث فانه يكون الأمثل لأن المعدل يزيد من ١٥٫٢٪ نتيجة تنفيذ المشروعين الأول والثانى الى ١٥٫٧٦٪ نتيجة تنفيذ المشروعين الأول والثالث •

وبالنسبة لمجموعة البدائل التى يتضمن كل منها تنفيذ ثلاثة مشروعات نجد أنه فى ظل القيود الاستثمارية حتى ١٬٢٥٠٬٠٠٠ جنيه لايعتبر أى منها أمثل ولكن اذا اصبح الاستثمار الممكن ١٬٣٥٠٬٠٠٠ جنيه فان تنفيذ المشروعات الأول والثانى والثالث يكون هو البديل الأمثل فلقد ارتفع معدل العائد الى ١٥٫٨٦ ٪ وهو أعلى معدل يحققه أى بديل من هذه المجموعة •

والخلاصة أن الحل الأمثل يتلخص فيما يلى :

الاختيار الأمثل (البديل)	القيد على حجم الاستثمار (ألف جنيه)
١ ، ٢	١٠٥٠ ، ١١٥٠
١ ، ٣	١٢٥٠
١ ، ٢ ، ٣	١٣٥٠ ، غير محدد

ويلاحظ القارئ أن المشروع الرابع والذى ينطوى على تحقيق معدل عائد أقل من الحد الأدنى للعائد لايظهر ضمن أى من الاختيارات المقبولة ، ولاشك فى هذه الحقيقة لأنه سوف يؤدى الى تخفيض معدل العائد بالنسبة للشركة فى جميع الحالات•

وأخيرا، فقد ناقشنا القيد على حجم الاستثمار الكلى دون أن يتضمن تحليلنا تداخل المشروعات الاستثمارية الأخرى فى الشركة ، لعلنا نتناوله فى تطوير قادم لهذه الدراسة •

أسئلة وتمارين الفصل الخامس

أولا — الأسئلة :

السؤال الأول :

برر فيما لايزيد على ثلاثة أسطر رأيك فى العبارات التالية والذى تحدد فيه أيها صوابا ، وأيها خطأ ٠

١ — نظرا لأن النقدية تمثل أحد عناصر رأس المال العامل فان التغيرات فى الاخير تكون بالضرورة أكبر من التغير فى الأولى لأنها جزء منه ٠

٢ — تتضمن قائمة التغيرات فى المركز المالى المعدة على أساس مصادر واستخدامات رأس المال العامل جميع العناصر التى تتضمنها اذا ما أعدت وفقا للمفهوم النقدى ٠

٣ — تنعكس جميع مصادر واستخدامات رأس المال العامل فى صورة تغيرات فى الاصول المتداولة والالتزامات الجارية ٠

٤ — تهدف الموازنة التقديرية للنقدية الى تحقيق التوازن الدقيق بين التدفقات الواردة والخارجة للنقدية ٠

٥ — اذا ماتوافر لدى المنشأة رصيد نقدى كبير فانها لاتواجه حالة الاعسار طالما أن الأصول السائلة لديها فى زيادة مضطردة ٠

٦ — اذا كان الحد الأدنى للعائد الذى تحققه استثمارات المنشأة ١٠٪ وترتب على تخفيض الأصول المتداولة ١٠٠٠٠٠ جنيه زيادة فى المصروفات السنوية ٨٠٠٠ جنيه فيجب أن يتم هذا التخفيض ٠

٧ — يهدف التحليل الرأسى للقوائم المالية الى دراسة سلوك التغيرات فى عناصر القوائم المالية خلال عدة فترات متتالية بينما يهدف التحليل الافقى لدراسة التغيرات خلال فترة واحدة ٠

٨ — اذا زادت المبيعات على الحساب بمقدار ٥٠٠٠٠ جنيه سنويا وكانت نسبة الربح ١٥٪ ويحصل منها ٩٥٪ وكان الحد الأدنى للعائد المطلوب ٩٪ فان ذلك يكون مقبولا للشركة بالرغم من زيادة الديون المعدومة ٢٥٠٠ جنيه سنويا ٠

٩ — طالما أن المنشأة فى حالة يسر دائم ولاتواجه أى مشاكل فى سداد التزاماتها

فليست هناك حاجة الى دراسة وتحليل التغيرات فى المركز المالى •

١٠ـ لايترتب على الاعلان عن توزيع الارباح أثر على مركز رأس المال العامل ، وعند توزيعها يتأثر حجم النقدية المتاح للمنشأة ومن ثم رأس المال العامل •

١١ـ وزعت الشركة ١٠٠٠٠ر١٠ جنيه على المساهمين فى عام ١٩٨٠ ، ووزعت ضعف القيمة خلال عام ١٩٨١ وكان الأثر على رأس المال العامل واحدا •

١٢ـ تنعكس التغيرات فى العناصر غير المتداولة على العناصر المتداولة ، كما تنعكس التغيرات فى العناصر المتداولة على النقدية •

السؤال الثانى :

حدد أيا من العبارات التالية يعتبر صوابا وأيها يعتبر خطأ مع تبرير اجابتك فيما لايزيد على ثلاثة أسطر •

١ـ اذا كان العملاء ينتظمون فى السداد والديون المعدومة عند أدنى حد ممكن فمعنى ذلك أن المنشأة تحقق أقصى الارباح الممكنة من استثمار أموالها فى حسابات العملاء •

٢ـ بلغ الفائق النقدى لدى المنشأة ١٠٠٠٠ر١٠٠ جنيه يمكن استثماره بمعدل ١٢٪ غير أن المحاسب الادارى رفض الاقتراح وكان على صواب •

٣ـ اذا حل سداد قسط السندات خلال العام ، فهذا يعنى نقص الالتزامات وينعكس أثر ذلك فى زيادة رأس المال العامل بمقدار هذا القسط •

٤ـ اذا كانت جميع الآلات مستهلكة بالكامل فالقيمة الدفترية لها صفر وبالتالى فان الأموال المتولدة من العمليات تساوى صافى الدخل زائدا صفر •

٥ـ ينحصر دور قائمة الأموال فى تحليل القوائم المالية التاريخية ولذلك ينعدم دورها فى التخطيط •

٦ـ فى جميع الأحوال يتطلب تحديد التغييرات المرغوبة فى الاستثمارات بحسابات العملاء معرفة تغير سعر الخصم فقط •

٧ـ اذا ترتب على اقتراح ما بزيادة الاستثمار فى رأس المال العامل زيادة معدل العائد للشركة ككل فان المحاسب الادارى يوصى بضرورة تنفيذ الاقتراح فورا •

٨ـ يكفى اجراء نوع واحد من تحليل القوائم المالية للحصول على جميع النتائج التى تفيد المخطط •

٩ـ تتكامل الموازنة التقديرية للنقدية مع قائمة الأموال فى عملية تخطيط مصادر الأموال واستخداماتها فى الأجل القصير والأجل الطويل •

ثانيا ـ التماريـن :

التمرين الأول :

عانت شركة القمر عدم التوفيق فى نشاطها عام ١٩٧٩ ، فلقد أظهرت نتيجـة أعمالها خسارة ، ولقد ظهرت القوائم المالية التالية للشركة :

شـركة القمـر

أ ـ الميزانيـة العموميـة

٣١ ديسمبر

الاصول المتداولـة :	١٩٧٩ ألف جنيه	١٩٧٨ ألف جنيـه
نقدية	١٥	١٠
مدينون	٤٥	٤٨
مخزون	٩٠	٨٠
مجموع الاصول المتداولة	١٥٠	١٣٨
المبـانى والمعـدات	٢١٠	١٩٠
ـ مجمع الاهـلاك	٦٥	٥٢
	١٤٥	١٣٨
استثمارات فى شركات تابعة	١٥	٩
مجموع الاصـول	٣١٠	٢٨٥
الالتزامات الجارية		
دائنون	٥٠	٣٥
مستحقات أخرى	١٠	١٠٫٥
المجمـوع	٦٠	٤٥٫٥
سندات	٨٠	٥٠
رأس المال	١٢٠	١٢٥
الارباح المحجوزة	٥٠	٦٤٫٥
	١٧٠	١٨٩٫٥
	٣١٠	٢٨٥

ب ـ قائمةالدخل عن السنةالمنتهية فى ٣١/١٢/١٩٧٩

	ألف جنيه
المبيعات	٣٧٥
ـ تكلفة البضاعة المباعة	٢٦٠
مجمل الربح	١١٥
مصروفات بيعيةوادارية	١٢٤
صافى الخسارة	(٩)

وأتيحت المعلومات التالية :

أ ـ أعلن عن توزيعات على المساهمين فى شهر أكتوبر ووزع مبلغ ٣٥٠٠٠ جنيه بعد ذلك بشهرين حتى تحافظ الشركة على وضعها فى الصناعة التى تعمل فيها ٠

ب ـ بيعت بعض الآلات التى كانت تكلفتها ١٢٠٠٠ جنيه بمبلغ ٣٠٠٠ جنيه ولم تحقق ربحا أو خسارة ٠٠

جـ ـ قامت الشركة باعادة شراء أسهم أحد المساهمين وسدد له مبلغ ٦٥٠٠ جنيه مقابل أسهمه التى تبلغ قيمتها الاسمية ٥٠٠٠ جنيه ، وحمل حساب الارباح المحجوزة بالفرق ٠

والمطلوب : (١) اعداد قائمة توضح التغيرات فى رأس المال العامل ثم اعداد قائمة الاموال مستعينا بورقةالعمل التى تعد فى شكل حسابات حرف T ٠

التمرين الثانى :

تضمنت التقارير السنوية لشركةما الميزانية العمومية التاليةعن سنتى ٧٧، ١٩٧٨ :

	٣١ ديسمبر ١٩٧٨ جـ	٣١ ديسمبر ١٩٧٧ جـ
الأصول المتداولة :		
نقدية	٩٠٠٠	٩٥٠٠
المدينون	٣١٠٠٠	٢٦٠٠٠
المخزون	٨٠٠٠٠	٧٥٠٠٠
م٠ نقدية	٤٥٠٠	٤٠٠٠
مجموع الأصول المتداولة	١٢٤٥٠٠	١١٤٥٠٠

	٣١ ديسمبر ١٩٧٨	٣١ ديسمبر ١٩٧٧
الاصول الثابتة:		
الاراضى	٥٠٠٠٠	٥٠٠٠٠
المبانى والمعدات	٥١٨ ٠٠٠	٤٤٠٠٠٠
المجمـوع	٥٦٨ ٠٠٠	٤٩٠ ٠٠٠
ناقصا :	١١٢ ٥٠٠	٩٠ ٠٠٠
	٤٥٥ ٥٠٠	٤٠٠ ٠٠٠
استثمارات	٢٠ ٠٠٠	٣٥ ٥٠٠
مجموع الاصـــول	٦٠٠ ٠٠٠	٥٥٠ ٠٠٠
التزامات جارية :	جـ	جـ
دائنون	٤٨ ٠٠٠	٤٠ ٠٠٠
مستحقات	٩ ٠٠٠	١٢ ٠٠٠
ضرائب مستحقة	٣ ٠٠٠	٤ ٠٠٠
مجموع الالتزامات الجارية	٦٠ ٠٠٠	٥٦ ٠٠٠
قروض (السداد بعد ٣ سنوات)	٩٠ ٠٠٠	١٢٠ ٠٠٠
ضرائب على الدخل (مؤجلة)	٥٠ ٠٠٠	٤٢ ٠٠٠
حقوق الملكية		
أسهم عادية	٣٢٠ ٠٠٠	٢٥٠ ٠٠٠
أرباح محجوزة	٨٠ ٠٠٠	٨٢ ٠٠٠
	٤٠٠ ٠٠٠	٣٣٢ ٠٠٠
مجموع الالتزامات وحقوق الملكية	٦٠٠ ٠٠٠	٥٥٠ ٠٠٠

وقد امكن الحصول على المعلومات الاضافية التالية :

١- بلغ صافى الدخل عن عام ١٩٧٨ مبلغ ٤٨٠٠٠ جنيه ، بعد أن حملت حسابات النتيجة بالاهلاك عن العام وقدرة ٤٠٫٠٠٠ جنيه .

٢- وزعت على المساهمين ارباحا واسهما مجانية ، أما الارباح الموزعة فقد بلغت ٢٠٫٠٠٠ جنيه

٣- بلغت تكلفة الآلة التى استبعدت من الدفاتر بعد أن استهلكت بالكامل ١٠٫٠٠٠ جنيه كما تم بيع آلة أخرى قيمتها الدفترية ٤٥٠٠ جنيه دون تحقيق أرباح .

٤- تم اصدار ٤٠٠٠ سهم خلال عام ١٩٧٥ بسعر اصدار ١٠ جنيه .

والمطلوب: (١) اعداد قائمة التغيرات فى رأس المال العامل .

(٢) اعداد ورقة العمل اللازمة لاعداد قائمة الاموال ثم اعداد هذه القائمة .

التمرين الثالث :

فيما يلى بعض القوائم الخاصة " بشركة الصالحية " :

ا ـ الميزانية العمومية

	٣١ ديسمبر ١٩٧٩	٣١ ديسمبر ١٩٧٨
	القيمة بالألف جنيه	
نقدية	١٢٢	٢٣٠
مدينون	٦٧٥	٥٨٦
مخزون	٦٥٥	٦١٠
أصول ثابتة (بعد الاهلاك)	١٢١٧	١٠٠٠
	٢٦٦٩	٢٤٢٦
دائنون	٣٨٨	٣٣٢
أوراق دفع	١٣٣	١٤٢
أقساط قروض طويلة الأجل	٣٥	--
ضرائب مستحقة	١٠٨	١٤٤
قروض طويلة الأجل	٣٧٠	٣٢٢
سندات	٢٣٣	٢٤٣
رأس المال (إسهم عادية)	٦٠	٥٠
رأس المال (أسهم ممتازة)	١٦٧	١٣٣
الارباح المحجوزة	١١٧٥	١٠٦٠
	٢٦٦٩	٢٤٢٦

شركة الصالحية

٢ ـ قائمة الدخل عن السنة المنتهية فى ١٩٧٩/١٢/٣١

	ألف جنيه	ألف جنيه
المبيعات		٣١٩٠
تكلفة البضاعة المباعة		٢٢٩٠
مجمل الربح		٩٠٠
اهلاك	١٢٠	
م. بيعية وادارية	٤٥٣	
ضرائب متنوعة	١٥٧	٧٣٠
		١٧٠

الارباح المحجوزة ١٩٧٩/١/١	١٠٦٠
يضاف : صافى الدخل	١٧٠
	١٢٣٠
يطرح : توزيعات مسددة	٥٥
الارباح المحجوزة ١٢/٣١	١١٧٥

شركة الصالحية

٣ـ قائمة الأموال عن السنة المنتهية في ٣١/ ١٢/ ١٩٧٩

	ألف جنيه	ألف جنيه
* مصادر رأس المال العامل		
في العمليات :		
صافي الربح	١٧٠	
الاهلاك	١٢٠	٢٩٠
من مصادر أخرى :		
اصدار أسهم ممتازة	٣٤	
اصدار أسهم عادية	١٠	
قروض طويلة الأجل	٨٣	١٢٧
		٤١٧
* استخدامات رأس المال العامل		
توزيعات نقدية	٥٥	
شراء آلات	٣٣٧	
قسط قرض مستحق الآن	٣٥	
رد سندات	١٠	٤٣٧
		(٢٠)

• تحليل التغيرات في رأس المال العامل :

؟ ؟ ؟ ؟

وفيما يلي بعض العبارات المطلوب اختبار مدى الصواب والخطأ فيها :

١ـ أنه لم يتم بيع أي أصول ثابتة على الاطلاق خلال الفترة •

٢ـ كان من الممكن أن يترتب على تأجيل قسط القرض الطويل الأجل لمدة عام ظهور زيادة في رأس المال العامل مقدارها ١٥٠٠٠ جنيه ، غير أنه سيترتب على ذلك سداد مبلغ ٧٠،٠٠٠ جنيه عام ١٩٨٠ •

٣ـ مجموع الضرائب التي سددت خلال العام تزيد على صافي الدخل عن العام•

٤ـ تتضمن المصروفات الادارية ما تتحمله المنشأة من فوائد على القروض طويلة الأجل •

٥ـ اذا كان مجمع الاهلاك في ١/ ١/ ١٩٧٩ ٧٣٠،٠٠٠ جنيه فان مجموع تكلفة الاصول في ٣١/ ١٢/ ١٩٧٩ يبلغ ١،٨٨٧،٠٠٠ جنيه •

٦ـ من المحتمل أنه تم الاعلان عن توزيع أرباح خلال العام قدرها ٥٥،٠٠٠ جنيه ،

ويحتمل أنه أعلن عن توزيعات أخرى بخلاف التوزيعات المسددة •

٧ـ تبلغ المبيعات الآجلة خلال العام ٨٩٠٠٠٠ر٠٠٠ جنيه اذا كان يتم تحصيل ٩٠٪ من مبيعات الفترة خلال نفس فترة البيع والباقى خلال الفترة التالية •

٨ـ تزيد تكلفة انتاج البضاعة على تكلفة البضاعة المباعة خلال الفترة •

٩ـ اذا تم استخدام جزء من النقدية المتاحة لسداد بعض الالتزامات الجارية فقد يترتب على ذلك تحسين مركز رأس المال العامل •

١٠ـ لقد تم تمويل معظم عملية شراء الآلات من الأموال المتوافرة من العمليات •

وترتبط النقاط العشر السابقة بالقوائم التى تم عرضها من قبل ، ولك أن تستخدم المعلومات التى تظهرها القوائم فى اختيار اجابتك ، وافترض أن القوائم أعدت بصورة صحيحة •

والمطلوب أن تختار لكل من الاسئلة (أو النقاط) العشر احدى الاجابات التاليـة :

أ ـ صحيحة بدون تحفظات •

ب ـ يحتمل أن تكون صحيحة ، وتحتاج الى معلومات اضافية حتى لاتكون هناك تحفظات •

جـ ـ خطأ بدون تحفظات •

د ـ يحتمل أن تكون خطأ ، وتحتاج الى معلومات اضافية حتى لاتكون هناك تحفظات •

هـ ـ البيانات غير كافية لتحديد احتمال الصواب أو احتمال الخطأ فى العبارة •

التمريــن الرابع :

فيما يلى الميزانية العمومية لشركة الوادى الاخضر كما تظهر فى ٣١/ ١٢/ ١٩٨١

شركة الوادى الاخضـر
الميزانيـة العمـــوميـة فى ٣١/ ١٢/ ١٩٧٩

جـ		جـ	
١,٠٠٠,٠٠٠	النقـدية	٢,٠٠٠,٠٠٠	رأس المال
٣٥٠,٠٠٠	العملاء والحسابات المدينة	٥٠٠,٠٠٠	الارباح المحجوزة
١٨٠,٠٠٠	المخزون	١٠٠,٠٠٠	قروض طويلة الاجل
١,٤٧٠,٠٠٠	أصول ثابتة (بعد الاهلاك)	٢١٠,٠٠٠	قروض قصيرة الاجل
		١٩٠,٠٠٠	دائنون ومستحقات أخرى
٣,٠٠٠,٠٠٠		٣,٠٠٠,٠٠٠	

وقد طلبت اليك الشركة أن تعاونها فى دراسة بعض التغييرات الممكنة فى عناصر رأس المال العامل ، ولقد وجدت أنه من الافضل أن تبنى رأيك على أساس النتائج المتوقعة من هذه التغييرات من حيث أثرها على ربحية الشركة .

وفيما يلى اقتراحات التغييرات التى عرضت عليك :

١ ـ تخفيض الاستثمارات فى حسابات العملاء عن طريق ترشيد عملية التحصيل ، فتقوم الشركة بتعيين مندوبين جوالين يقومون بالتحصيل اسبوعيا من العملاء . ويتوقع أن يكون أثر ذلك انخفاض هذه الحسابات فى حدود ١٠٪ وتبلغ المرتبات السنوية للعاملين الجدد ٢٦٢٥ جنيه سنويا وسوف يشغلون جانبا يعادل $\frac{1}{10}$ مبنى الادارة الذى تبلغ تكاليف صيانته واهلاكه السنوية ٥٠,٠٠٠ جنيه والذى يستخدم ٧٠٪ منه فقط حيث لا يوجد استخدام بديل .

٢ ـ تغيير حجم طلبية مخزون المواد الأولية والذى تبلغ الاحتياجات السنوية منه ١٦٠,٠٠٠ وحدة وتكلفة اصدار الطلبية ٣٢٩ جنيه والتكلفة السنوية للاحتفاظ بالوحدة ٢ جنيه ، وقد رفض المورد أن يمنح أى خصم الا اذا زاد حجم الطلبية بمقدار ٢٨٠٠ وحدة ، وتطبق الشركة حاليا الحجم الاقتصادى لطلبية الشراء . ويبلغ سعر شراء الوحدة ٥٠ جنيه والزيادة فى الخصم التى يمنحها المورد عند الحجم الجديد للطلبية ٠,١٥

٣ ـ تعديل طريقة استثمار الفائض النقدى ويتم ذلك عن طريق انشاء ادارة استثمارات والتى سوف تشغل ١٠ ٪ من مبنى الادارة التى حددت تكاليفه فى النقطة (١) . وتبلغ المرتبات والمصروفات الأخرى اللازمة للادارة ٥٠٠٠ جنيه سنويا ويتوقع أن تؤدى هذه الطريقة الى تحقيق عائد قدره ٦٠٠٠ جنيه .

والمطلوب : أن تحدد الاختيار الأمثل علما بأن تقديرات معدل النمو المتوقع للشركة ٥٪ ، ١٠٪ ، ١٥٪ .

الفصل السادس
الموازنة الرأسمالية
واتخاذ قرارات الإنفاق الرأسمالى

١ ـ مقدمة :

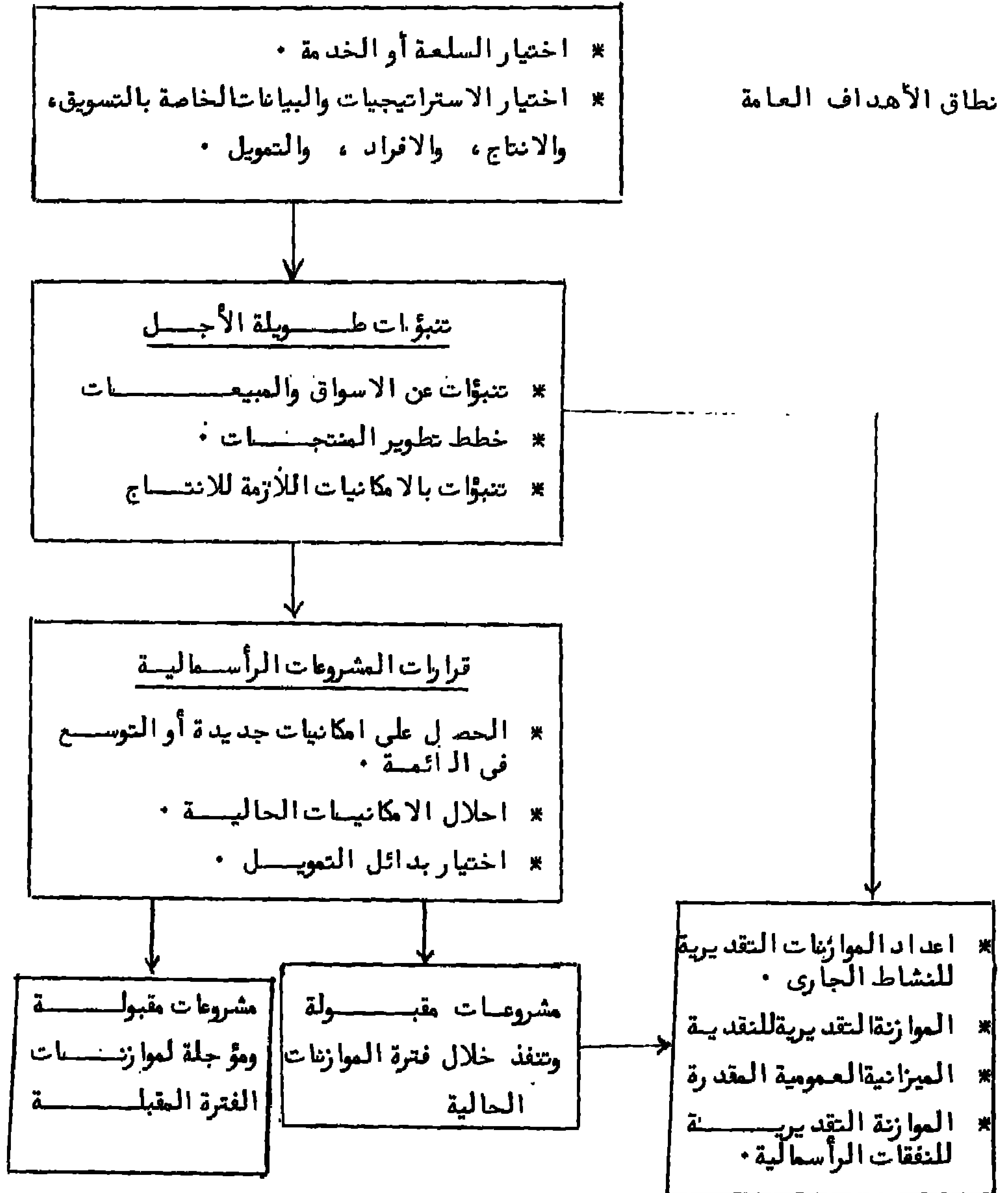
تنطوى قرارات الانفاق الرأسمالى على تخصيص الموارد خلال المدى الزمنى الطويل ، وبالطريقة التى يؤمل أن تساعد المنظمة على تحقيق أهدافها ، وبينما تهتم المنشآت التى تهدف الى الربح بالاستثمار فى أصول ملموسة وأصول غير ملموسة لتعظيم ثروة ملاكها ، فان المنظمات التى لا تهدف الى الربح والوحدات الحكومية تقوم بتنفيذ الاستثمارات التى تهدف الى تقديم خدمات بأدنى تكلفة ٠

وتتضمن عملية الموازنة الرأسمالية التعرف على الاستثمارات المرغوبة المحتملة، ثم تقييمها ، واختيار الاستثمارات التى تقابل معايير معينة ٠ ونظرا لعنصر الأجل الطويل الذى ترتبط به معظم النفقات الرأسمالية والذى يؤثر على طبيعة ومرونة المنشآت فانها يجب أن تدرس بتروٍ وامعان ٠ ولقد طورت أدوات وأساليب عديدة للمساعدة فى التقييم والاختيار النظاميين للمشروعات التى يتم التعرف عليها ٠

ويعتبر تقييم معظم النفقات الرأسمالية للانشاءات والمعدات الجديدة جزءا من عملية التخطيط طويل الأجل للمنشأة ، وعادة مايتم هذا التخطيط فى المستويات الادارية العليا ، ونظرا لأنه يتم فى حدود الاستراتيجيات فان من المعايير الأساسية لتقييم الاستثمارات الجديدة أن تكون متوافقة مع الخطة الاستراتيجية للمنشأة ٠ ويمكن أن ينظر الى الموازنات التقديرية الرأسمالية باعتبارها تمثل قيدا عند اعداد الموازنات التقديرية السنوية للنشاط الجارى ٠ ففى خلال مرحلة الاستثمار المبدئى فان المشروعات الجديدة تؤثر على التدفقات النقدية والاصول والالتزامات ٠ وفيما بعد تؤثر على قيود الطاقة، الموازنات التقديرية للدخل ، التكاليف الصناعية والمشتريات ٠

ويوضح الشكل التالى علاقة قرارات الانفاق الرأسمالى بالتخطيط طويل الأجل واجراء التنبؤات والموازنات التقديرية :

علاقة قرارات الانفاق الرأسمالى
بالتخطيط طويل الأجل واعداد التنبؤات والموازنات التقديرية



ويتراوح حجم وطبيعة مشروعات الموازنة الرأسمالية من الاحلال الروتينى لآلة قديمة الى انشاء مصنع جديد أو انتاج منتج جديد • وفى خلال سنة واحدة قد تقوم منشأة ضخمة بانفاق عدة ملايين من الجنيهات على عشرات من المشروعات ، وتحتاج الى الاجراءات الرسمية والسياسات فى مجال الموازنة الرأسمالية لانجاز ذلك العمل بكفاءة • وتعتبر قرارات الانفاق الرأسمالى من القرارات طويلة الأجل التى تتطلب المستثمر في الموارد الآن ولكن الاسترداد أو المكاسب على هذه الموارد يتوقع أن تتم خلال فترة زمنية ممتدة فى المستقبل ، ويمكن أن تشمل مايلى :

١ـ الحصول على امكانيات وتسهيلات جديدة أو توسع فى القائمة • وينصب الاختيار على أى التسهيلات من بين تلك التى تكون متاحة تفى بالغرض • ثم يوضع القرار على أساس تقديرات عن أى من هذه التسهيلات التى تعطى أكبر عائد على الاستثمار. وتتضمن مشروعات شراء الآلات والمعدات أو تأجيرها ، بناء المبانى ، أو اضافة خطوط الانتاج •

٢ـ احلال الامكانيات الحالية : تتضمن احلال آلات جديدة محل آلات أخرى موجودة ، ويوضع القرار على أساس تقديرات الوفورات الناتجة عن الآلة الجديدة بمقارنتها بالآلة القديمة ، وهذه الوفورات سوف تغطى تكلفة الآلة الجديدة ، ويبنى ذلك على أساس أن الأصول الجديدة سوف تكون أكثر طاقة وكفاءة •

٣ـ اختيار البدائل التمويلية ويتضمن اختيار النماذج المتاحة من طرق الحصول على الموارد وأحد هذه البدائل هو التأجير أو الشراء ، ويتوقف القرار على ما اذا كانت الموارد المستثمرة فى بديل الشراء سوف تحقق عائدا كافيا حينما تقارن بالموارد الموجهة للاستئجار •

وترتبط قرارات المدى الطويل بمشروعات معينة • وتطبق قواعد القرار على أساس كل حالة على حدة • ومع ذلك نجد أن الموازنات التقديرية الخاصة بفترة معينة تتضمن عملية الحصول على الامكانيات حيث تتكامل لتكون الموازنة التقديرية للانفاق الرأسمالى • ويسمح ذلك للادارة بتنسيق خطط الانفاق الرأسمالى مع خطط العمليات الجارية • وعندما يتم الحصول على الامكانيات فانها تصبح جزءا من طاقة الشركة • وعند هذه النقطة تفقد وحدتها المنفصلة ، ثم تخضع لقرارات الأجل القصير لتعظيم فائدة استخدامها • وهنا تختلط

الايرادات والتكاليف التى يمكن تحويلها للقرارات طويلة الأجل بتلك الايرادات والتكاليف التى يمكن تحويلها للقرارات قصيرة الأجل ٠

كما أن البعض يقسم المشروعات الرأسمالية كما يلى (١) :

١ ـ نفقات احلال الآلة والمعدات : وهذه تتضمن احلال العناصر المتفاوتة من الأصول ٠ ويقوم أساس القرار على الوفورات المتوقعة فى التكاليف ، والتى تتحدد بمقارنة التكاليف المستقبلة للآلات القديمة بمثيلتها للآلات الجديدة ، ويتطلب تحليل التكاليف المستقلة تحديد ثمن الشراء والقيمة المستخلصة من بيع الخردة ٠ وقد يكون تحديد العمر الاقتصادى للآلة الجديدة من أصعب المشاكل وهو بمثابة لب قرار الانفاق الرأسمالى ٠ وبالنسبة للآلة الحالية فان الاضمحلال المستقبل فى القيمة المستخلصة منها يجب تقديره ، وتعتبر التكلفة الاصلية للامكانيات الحالية بمثابة تكلفة مغرقة لايمكن استردادها كما أنها غير ملائمة لعملية اتخاذ القرار ٠٠ ويعتبر الاهلاك المجمع عنصرا مستقلا عن تكاليف المنشأة فى المستقبل ٠ ولا تعتبر القيم الدفترية جوهرية لقرار الاحلال فيما عدا الاثر الذى يرتبط بالضريبة المستحقة بنتيجة المبادلات فى الأصول ٠

٢ ـ مشروعات التوسع : وتنطوى على زيادة حجم المنشأة ودخول أسواق جديدة وهذه تشكل فئة أخرى من الاستثمارات الرأسمالية ٠ وفى هذه الحالات فان المقارنة تتم بين اما تنفيذ الاستثمار أو عدم تنفيذه ، ويكون الأساس هو الاضافة الى الارباح متضمنة التدفقات النقدية الداخلية ٠ ويقدر الربح المضاف عن طريق قائمة الدخل المتوقع بحيث تظهر الايرادات المضافة والمصروفات المضافة على مدار حياة المشروع ٠

٣ ـ تحسين المنتجات الحالية أو اضافة منتجات جديدة : ويعتبر أساس القرار هنا استراتيجيا ، بمعنى أن الوضع التسويقى التنافسى يدفع المنشأة لتنفيذ الاستثمارات ، حتى لايؤدى الاختناق فى مواجهة المنافسين الى نقص نصيب المنشأة من السوق ٠ وحيث أنه لايوجد أساس تاريخى من المعلومات لاتخاذ القرار ، كما أن عائد مثل هذه الاستثمارات يوضع على أساس الزيادة فى الأرباح فان درجة عالية من الحكم السليم وبعد النظر تكون مطلوبة فى اتخاذ القرار ٠

---

(١) Adolph Matw and Milton Usrym, Cost Accounting, Planning & Control (Cincinnati: Sout-Western Publishing Co.m1976), p.832,833.

وقد يتضمن اقتراح ما أكثر من تبويب واحد ، فقد ترغب احدى المنشآت فى تنفيذ اقتراح باحلال عملية ما أصبحت تكاليف الصيانة بالنسبة لها مكلفة ، ومع نظام جديد يترتب عليه توسع فى الطاقة الانتاجية • أيضا ، فقد تكون نفقات معينة مطلوبة بسبب الاحتياجات المرحلية أو القانونية ولأسباب غير اقتصادية بحتة • وعلى سبيل المثال ، فقد يكون أحد المنتجين مرغما على انتاج منتجا أقل ربحية نظرا للضغوط التنافسية ، وقد تقام التسهيلات لعلاج العمال ، أو تنقية الهواء أو المياه • وقد تكون بعض المشروعات ضرورية وواجبة لدرجة أن استخدام عملية التقييم تعتبر شيئا زائدا لا لزوم به ، كما تجد أن بعض المشروعات بالرغم من أنها تحقق عائدا اقتصاديا مقبولا فانها قد ترفض لعدم كفاية الأموال أو عدم ملاءمتها للاهداف العامة للمنشأة ، أو اخفاقها فى مقابلة معايير تقييم أخرى •

وقد تكون بعض المشروعات غير مستقلة عن بعضها ، ولهذا فانها تقيم ضمن المجموعة التى تشكل احداها • وتعتبر المجموعة مشروعا مجمعا تتحدد ايراداته بالمجموع الجبرى لايرادات كل من المشروعات الداخلة منه ، وكذلك تتمثل تكاليفه فى المجموع الجبرى لتكاليفها ويتحدد عائده على هذا الأساس •

٢ - بعض المفاهيم المرتبطة بقرار الانفاق الرأسمالى (١)

تعتبر هذه القرارات طويلة الأجل ، ولهذا تقوم على قاعدة يكون الزمن هو العامل المحورى فيها • ويترتب على ذلك الاهتمام بأثر الزمن على التدفقات النقدية للمنافع والتكاليف المترتبة على قرار الاستثمار • ولهذا نتناول النقاط التالية :

- قاعدة قرارات المدى الطويل •
- القيمة الزمنية للنقود •
- القيمة الحالية والقيمة المستقبلة •
- قياس المنافع والتكاليف •

---

(١) راجع فى هذه الاجزاء الفصل الرابع عشر من كتاب :
Don T. DeCoster & Eldon L. Schafer, Op. Cit. .

٢ـ١ ـ قاعدة قرارات المدى الطويل :

يعتبر الزمن العامل الرئيسى فى قرارات المدى الطويل • ونستطيع أن نجسد عنصر الزمن فى عمليات حساب القيمة الحالية • وفى قرارات المدى الطويل يكون الاستثمار ملائما اذا كانت المنافع المضافة المقاسة بالتدفقات النقدية الداخلة ، والمنسوبة مباشرة الى الاستثمار ، والمعدلة بالقيمة الزمنية للنقود مساوية على الاقل للتكاليف المضافة مقاسة بالتدفقات النقدية الخارجة المترتبة مباشرة على الاستثمار والمعدلة على أساس القيمة الزمنية للنقود • وأى استثمار يعطى منافع مخصومة مساوية للتكاليف المخصومة سوف يحقق معدل العائد المرغوب ، وسوف يساهم فى المحافظة على ثروة المنشأة • وكل استثمار يعطى منافع مخصومة أكبر من التكاليف المخصومة سوف يساهم فى زيادة ثروة المنشأة • والافتراض الأساسى لقرار الاستثمار فى المدى الطويل والذى نعتمد عليه الآن هو تعظيم ثروتها •

٢ـ٢ ـ مفهوم القيمة الزمنية للنقود :

اذا أعطيت فرصة لأن تتسلم جنيها واحد اليوم ، أو تتسلم جنيها واحدا بعد عام من الآن • فمن المحتمل أنك تفضل استلام النقدية الآن • وبالعكس اذا كنت مدينا لفرد ما بجنيه واحد ، وأعطيت الاختيار فى أن تسدد د اليوم أو بعد سنة ، فانه من المحتمل أيضا أن تختار السداد بعد سنة • والسؤال الآن : ماهى حقيقة الرشد فى هذا السلوك ؟ بمعنى ـ لماذا يفضل معظم الافراد امتلاك النقدية فى يدهم اليوم عن أى وقت آخر لاحق ؟

وتبدوا الاجابة واضحة • • • فعندما تمتلك النقدية فى يدك ، يكون لديك اختيارات كثيرة ومتاحة لك حالا • وعلى سبيل المثال ، يمكن أن تكون النقدية التى تحت يدك بمثابة ضمان للاحداث المستقبلة غير المنظورة والتى سوف تتطلب نقدية حاضرة • أو أن تستخدمها فى تحقيق رغباتك الحالية ، أن تنفقها فى شراء السلع الاستهلاكية • ويمكن أيضا استثمارها للحصول على دخل ، أو تحقيق توازن معين • وهناك سببان آخران على درجة كبيرة من الأهمية ، ويرتبطان بالخطر والتضخم • فعندما تحصل على

النقدية الآن فانك تخفض أو تتخلص من عدم التأكد الذى تنطوى عليه عملية التحصيل أو السداد الذى تقوم به لشخص آخر • كما أن النقدية التى تكون فى اليد الآن يكون لها قوة شرائية أكبر عن تلك التى يتم استلامها فى المستقبل • واذا أخذنا فى الاعتبار التضخم السريع الذى يجتاح كل العالم تقريبا ، فاننا ندرك أهمية هذا العامل فى التفضيل الزمنى للنقود •

وهذه النقاط تشرح المفهوم الذى يسمى بالقيمة الزمنية للنقود ، والتى تعكس تفضيلا واسعا وتحبذ الاستلام المبكر للنقود على الاستلام المتأخر • أيضا تفضيل الدفع المتأخر للنقود على الدفع المبكر لها •

ويعتمد فهم القيمة الزمنية للنقود بالضرورة على ادراك مفهوم الفائدة المركبة، الاطار الاقتصادى لتحديد النقطة التى تكون فيها فرص الاستثمار متساوية بالنسبة للمستثمرين •

فالفرد الذى استثمر ١٠٠ جنيه ويكون سواء لديه أن يتسلم ١٠٠ جنيه اليوم أو ١٠٠ جنيه فى العام القادم لايعطى قيمة للتفضيل الزمنى • واذا ظل سواء لدى هذا الفرد — أن يختار ١٠٠ جنيه الآن أو ٩٠ جنيه بعد سنة من الآن ، فاننا ننظر اليه باعتباره لايتصرف برشد ، وذلك وفقا للتحليل الاقتصادى ، ومفهوم هذا التحليل للسلوك الاقتصادى الفردى — واذا كان الاختيار بين استلام ١٠٠ جنيه حاليا أو التأخير لاستلام ١٠١ جنيه ، فان الاختيارات تظل سواء ولكن بزيادة استمرار تأخير الدفع يزيد من ١٠١ جنيه الى ١٠٢ جنيه الى ١٠٣ جنيه ، وهكذا حتى نقطة معينة تتوقف عندها حالة السواء للمستثمر ، وهنا يعين تفضيله •

افترض أن مستثمرا أصبح فى غير حالة سواء حينما وصلت قيمة المدفوعات المتأخرة الى ١١٠ جنيه ، وبالنسبة لآخر كانت ١٠٥ جنيه • وأنه يمكن وجود ديناميكية لوضع علاقة التفضيل الاستثمارى الفردى • فيمكن أن ننظر الى القيمة الزمنية للنقود ونصفها بمثابة سعر فائدة • المستثمر الأول توقفت حالة السواء لديه عند معدل فائدة ١٠ ٪، بينما رضى الآخر بسعر فائدة ٥٪ • وفى هذه الامثلة حسبت الفائدة على أنها النسبة المئوية التى نصل اليها بتقسيم علاوة الاستثمار (الفرق بين المدفوعات الحالية والمدفوعات المؤجلة) على الاستثمار •

٢ـ٣ـ القيمة الحالية والقيمة المستقبلة :

تعبر القيمة الحالية المخصومة عن مقدار النقدية الحالية التى تعادل كمية معينة من النقدية يتم استلامها أو اعطاؤها فى بعض الفترات المستقبلة .
ويتطلب حساب القيمة الحالية المخصومة بيانا عن التدفقات المستقبلة ، وتاريخ التدفق ومعدل الفائدة .

ويظهر عامل الزمن فى قرارات الأجل الطويل عندما نأخذ فى الاعتبار القيمة الزمنية للنقود . تتأثر القيمة بتوقيت ومقدار التدفقات النقدية .لأن جنيها فى يدنا الآن يمكن أن يستثمر لتحقيق عائد ، ولذلك فان له قيمة أكبر من الجنيه الذى نستلمه بعد سنة الآن . وعلى سبيل المثال ، فان ١٠٠ جنيه فى حساب مدخرات بعر ٦٪ فائدة مركبة على أساس ربع سنة يمكن أن يصبح ١٠٦ر١٣ جنيه فى نهاية سنة واحدة ، ويمكن أن يتضاعف المبلغ فى حدود ١٢ سنة . والفرق بين الجنيه الذى يستثمر الآن والجنيه الذى نتسلمه بعد فترة ما فى المستقبل هو القيمة الزمنية للنقود . والفرق يمثل معدل العائد الذى يجب أن تحصل عليه ليكون سواء لديك استلام جنيه اليوم أو الانتظار سنة لاستلام الجنيه .

ولكى نستفيد من مفهوم القيمة الزمنية للنقود ، فيجب أن يكون لدينا طريقة ما لتطبيقها على التدفقات النقدية فى أى نقطة من الزمن ، ومقارنة النتائج بالتدفقات النقدية فى أى نقطة أخرى من الزمن . ويتم ذلك خلال عمليات حساب القيمة الحالية .

مثال : افترض أن منشأة ما تستثمر مبلغ ١٠٠٠ جنيه لمدة ثلاثة سنوات ، وتحصل على عائد ١٠ ٪ تحتسب فى نهاية كل سنة ، ينمو هذا الاستثمار كما يلى :

الفترة (سنة)	الاستثمار فى بداية الفترة	فائدة الفترة ١٠ ٪	الاستثمار فى نهاية الفترة
(الآن)			١٠٠٠
١	١٠٠٠	١٠٠	١١٠٠
٢	١١٠٠	١١٠	١٢١٠
٣	١٢١٠	١٢١	١٣٣١

والمقدار الذى يصل اليه استثمار ما فى نهاية فترة معينة من الزمن محسوبا بسعر

فائدة مركبة معين هو قيمتـه المسـتقبلـة •

واذا كان معدل تفضيل المستثمر للزمن ١٠٪ فسوف يكون سواء لديه أن يحصل علـــى: ١٠٠٠ جنيه الآن ، ١١٠٠ بعد سنة ، ١٢١٠ بعد سنتين ، ١٣٣١ بعد ثلاث سنوات •

وفى قرارات المدى الطويل فنحن نحتاج الى مقارنة سلسلة من التدفقات النقديــة الداخلة ، وسلسلة من التدفقات النقدية الخارجة فى أوقات مختلفة على مدار حيـــاة الاستثمار ، لتحديد ما اذا كان تم تحقيق معدل عائد مرضى أم لا • ولكى يتم ذلك فان التدفقات النقدية يجب أن تحول الى قيمتها المخصومة عند نفس النقطة من الزمن • يمكـــن استخدام أى نقطة فى الزمن • فيمكن أن نعد قيم جميع التدفقات النقدية فى صورة قيـــم مستقبلة أى فى نهاية فترة الاستثمار ، أو فى قيم حالية فى بداية فترة الاستثمار • على أنــه لما كان القرار يتخذ الآن فى فترة الزمن الحالية ، فان معظم المنشآت تعد التدفقـــات النقدية على أساس القيمة الحالية التى حدد بها الاستثمار •

وتعبر القيمة الحالية عن المقدار الذى يجب استثماره الآن للوصول الى مقـــدار معين فى نقطة زمنية معينة فى المستقبل ، مفترضين تطبيق معدل فائدة مركبة معـــين فتريا •

ولنعد الى مثالنا السابق ، ١٠٠٠ جنيه تستثمر الآن سوف تتراكم لتصبـــح ١٣٣١ جنيه بعد ثلاث سنوات من الآن •

∴ القيمة الحالية لمبلغ ١٣٣١ جنيه يستلم بعد ثلاث سنوات من الآن هى ١٠٠٠ جـ •

ولعله من المفيد أن نعد مجموعة من عوامل القيمة الحالية التى تظهر القيمة الزمنية للنقـود بين نقطة معينة من الزمن عند معدلات فائدة مختلفة ، وهذه تظهرها جداول القيمـــة الحاليـة •

٢ــ٤ــ قياس المنافع والتكاليف :

يتضمن القياس المحاسبى التقليدى لدخل فترة معينة مقابلة الايرادات حيثما تحقق خلال المبادلات مع التكاليف المستنفدة فى انتاج الايرادات • ويتطلب المقياس الصحيح للدخل تعيين التكاليف للفترة التى تحققت خلالها الايرادات ، وبهذه الطريقة فـــان

الجهد يقابل بالانجاز• ويكون الدخل الناتج مقياسا لقدرة الكسب الماضية• وتدخل الأصول طويل الأجل عملية القياس بطريقة نظامية ولكنها حكمية لتوزيع التكلفة على مدار الحياة الاقتصادية للأصل •

مثال (١): تكلفة أحد الأصول ١٢٠٠٠ جنيه ويستخدم فى الانتاج ٣ سنوات ليحقق ايرادات ٥٠٠٠ جنيه فان :

صافى الدخل السنوى = الايرادات — التكاليف المستنفدة

= ٥٠٠٠ — ٤٠٠٠ = ١٠٠٠ جنيه

صافى الدخل خلال حياة الأصل = ٣ سنوات × ١٠٠٠ جنيه= ٣٠٠٠ جنيه

ولأغراض تحليل الاستثمار فمن الضرورى معرفة متى يتم الاستثمار ، ومن ثم يكون رأس المال المستثمر غير متاح للاستثمارات الاخرى ، ومتى يتم استرداد قيمة الاستثمار، ومن ثم يكون متاحا لاعادة استثماره فى أى مجال اخر • ويتحدد رأس المال المستثمر والذى امكن استرداده بالتدفقات النقدية التى تحول مباشرة للاستثمار • ويجب أن تكون التدفقات النقدية الواردة كافية لتحقيق عائد مرضى للمستثمر واسترداد الاستثمار المبدئى •

مثال (٢): اذا افترضنا فى المثال السابق أن المستثمر يرغب فى تحقيق عائد قدره ١٢٪ على الاستثمارات التى تبلغ ١٢٠٠٠ جنيه

السنة	رصيد الاستثمار فى بداية الفترة	التدفق النقدى نهاية الفترة	العائد على الاستثمار فى بداية الفترة	استرداد الاستثمار المبدئى	رصيد الاستثمار فى نهاية الفترة
	جـ	جـ	جـ	جـ	جـ
١	١٢٠٠٠	٥٠٠٠	١٤٤٠	٣٥٦٠	٨٤٤٠
٢	٨٤٤٠	٥٠٠٠	١٠١٣	٣٩٨٧	٤٤٥٣
٣	٤٤٥٣	٥٠٠٠	٥٣٤	٤٤٦٦	(١٣)
		١٥٠٠٠	٢٩٨٧	١٢٠١٣	

(لاحظ أن العائد الفعلى يزيد قليلا على ١٢ ٪ حيث تم استرداد ١٣ جنيه زيادة على الاستثمار)•

كما نجد أن الدخل الذى تم الحصول عليه خلال حياة الأصل يقترب من ٣٠٠٠ جنيه،

وهو نفس الدخل الذى يتحدد باستخدام المقاييس المحاسبية التقليدية للدخل . وعلى أية حال يختلف مقدار الدخل لكل فترة بين الاسلوب المحاسبى وأسلوب التدفقات . ويرجع ذلك لأن المقاييس المحاسبية تفترض كمية مساوية للدخل يتم اكتسابها كل سنة ، بينما تحدد المقاييس الأخرى مقدار الدخل لكل سنة على أساس رصيد الاستثمار فى أول الفترة .

ويظهر لنا من مثال (٢) أن الاستثمار المبدئى تم استرداده ، وأن النقدية المستردة كانت متاحة للاستثمار فى مشروعات أخرى . خلال السنة الأولى : حدث تدفق داخل قدرة ٥٠٠٠ جنيه ويتكون من ١٤٤٠ جنيه دخل (١٢٪ كعائد على الاستثمار الذى يبلغ ١٢٠٠٠ جنيه)، ٣٥٦٠ جنيه تمثل الاسترداد الجزئى للاستثمار المبدئى . خلال السنة الثالثة : فان مبلغ ٥٠٠٠ جنيه تتكون من الدخل ٥٣٤ جنيه (١٢٪ عائد على الاستثمار الذى يبلغ ٤٤٥٣ جنيه فى بداية السنة الثالثة) ومبلغ ٤٤٦٦ جنيه تمثل الاسترداد الاخير للاستثمار (مبلغ الزيادة ١٣ جنيه تعنى أن المعدل الفعلى كان أكثر قليلا عن ١٢٪ ، وحقيقة يبلغ ١٢,٠٤٪) .

ويعتبر توقيت التدفقات النقدية ومقدارها من أهم العوامل فى أى من قرارات الأجل الطويل . وعلى سبيل المثال اذا كانت التدفقات النقدية الداخلة الكلية فى مثالنا السابق بقيت ١٥٠٠٠ جنيه ، غير أن توقيتها تغير ليكون :

٤٠٠٠ جنيه فى السنة الأولى ، ٥٠٠٠ جنيه فى السنة الثانية، ٦٠٠٠ جنيه فى السنة الثانية، ٦٠٠٠ جنيه فى السنة الثالثة . فان الاستثمار سوف يحقق عائد أقل من ١٢٪ . وفى الحالات الثلاث فان المقياس المحاسبى للدخل يظهر نفس مجموع الدخل ٣٠٠٠ جـ . وحيث يتغير توقيت التدفقات النقدية ، فان المقياس المحاسبى للدخل سوف يتغير لكل من السنوات ، ولكنه لن يتغير فى المجموع . أما معدل العائد بالنسبة للمستثمر فسوف يتغير حيث تتغير التدفقات النقدية .

ولكى يكون قرار الاستثمار سليما ، فانه يجب أن نقدر بدقة مقدار وتوقيت التدفقات النقدية . وبينما يكون توزيع تكاليف الاستثمارات طويلة الأجل ضروريا للقياس المحاسبى السنوى للدخل ، فانه لا يكون ملائما لقرارات الاستثمار .

- وتتضمن المقاييس الملائمة ما يلى :

١ - طريقة للتعرف على القيمة الزمنية للنقود .

٢ - مقدار وتوقيت التدفقات النقدية الخارجة .

٣ - مقدار وتوقيت التدفقات النقدية الداخلة .

٤ - مقياس للقيمة الزمنية للنقود .. أى مقياس معدل العائد .

وسوف نوضح فيما يلى العناصر الأساسية فى عملية التقييم والتى يجب تحديد التدفقات النقدية المترتبة عليها .

أ - الاستثمار المبدئى : عادة مايتطلب الحصول على الامكانيات الانتاجية أو الخدمية استثمارات فى الاراضى ، والمبانى والمعدات متضمنة الانشاءات . ولكى يتم اعداد التسهيلات والامكانيات للعمل فان هناك نفقات اضافية تكون مطلوبة لتهيئتها ، واعداد الافراد وتدريبهم وتوطينهم . ولكى يتم تسهيل العمليات فيجب أن يتم الاستثمار فى المخزون وحد أدنى من النقدية . وأخيرا ، اذا بيعت السلع أو الخدمات على الحساب فانه يترتب على ذلك استثمارات فى حسابات العملاء .

وقد تسمح القوانين الضريبية بمعاملة نسبة معينة من التكلفة المبدئية على أنها قابلة للخصم من الوعاء الضريبى ، ويترتب على ذلك الحصول على ميزة ضريبية خلال سنة امتلاك الأصول ومع ذلك لا يتأثر الأساس الذى يقوم عليه احتساب الاهلاك لاغراض الضريبة . والهدف من الاجراء الأول هو حفز الاستثمار فى أصول جديدة بتخفيض تكلفتها . ولكى يستفيد المستثمرين من الخصم فى الزمن (صفر) فيجب أن يكون لدى المستثمر دخل خاضع للضريبة من مصادر أخرى . والخلاصة أن الوفر الضريبى هو نتيجة مباشرة للاستثمار وتعامل على أنها تخفيض فى التدفقات النقدية الخارجة عند بداية الاستثمار .

ب - العمليات : فى الواقع ، فان الاجراءات المستخدمة لتقدير المقبوضات والمدفوعات النقدية السنوية يجب أن تكون شبيهة بتلك المستخدمة فى الموازنة التقديرية للنقدية . ويمكن حسابها كما يلى :

		جـ
	المقبوضات النقدية من العمليات	+++
-	النفقات النقدية للعمليات	+++
=	صافى التدفقات النقدية قبل خصم الضرائب على الدخل والاهلاك .	+++

ويكون صافى التدفق النقدى النهائى :

	جـ
المقبوضات النقدية من العمليات	+ + +
ـ النفقات النقدية للعمليات	+ + +
صافى التدفق النقدى قبل ضرائب الدخل	+ + +
ـ النفقات النقدية لضرائب الدخل *	+ +
صافى التدفق النقدى	+ + +

* نظرا لأنه يتم خصم الاهلاك لاغراض حساب الضرائب على الدخل ، فان :
النفقات النقدية لضريبة الدخل =
(صافى التدفق النقدى قبل ضرائب الدخل ـ الاهلاك) x معدل الضريبة .

ويؤدى الاهلاك الى ميزة ضريبية لأنه يخفض صافى المدفوعات النقدية للضريبة ، ولهذا يفضل كثير من المنشآت استخدام طرق الاهلاك المعجل لاغراض الضريبة مما يترتب عليه تخفيض مدفوعاتها والافادة من القيمة الزمنية للنقود .

جـ ـ نتائج تصفية الاستثمار : فى نهاية الحياة الاقتصادية للمشروع قد يتم بيع أى أصول طبيعية متبقية مقابل قيمة النفاية ، كما يتم استرداد الاستثمار فى رأس المال العامل (النقدية + المخزون + العملاء) . ويجب اضافة هذه العناصر الى التدفقات النقدية بعد الضريبة ـ الخاصة بالسنة الاخيرة .

٣ ـ نماذج تقييم المشروعات الرأسمالية :

قد يكون من المرغوب فيه أن تستخدم نماذج لتقييم المشروعات الرأسمالية نظرا لخصائص هذه النماذج والتى تميزها عن غيرها . ومع ذلك فان أيا منها له منافع معينة . وجميعها يتطلب اعداد تنبؤات بأثر المشروع على التدفقات النقدية أو صافى الدخل ، حتى يمكن للادارة أن تقيم بموضوعية مدى قبول المشروع . وتقوم التنبؤات اساسا لرقابة النفقات خلال مرحلة الاستثمار ثم تقييم النتائج اللاحقة .

ويوجد نوعان أساسيان من نماذج تقييم المشروعات الرأسمالية :
نماذج الخصم التى تأخذ فى الاعتبار القيمة الزمنية للنقود ، والاساليب التى لا تستخدم

الخصم فهى لا تأخذ فى الاعتبار القيمة الزمنية للنقود • ومع أن هناك اتجاها كبيرا فى استخدام اساليب الخصم فان الأساليب الأخرى لاتزال شائعة • وقد تستخدم بعض المنشآت نوعين أو أكثر لتقييم الخصائص المختلفة للمشروع •

٣ـ١ـ النماذج التى لاتأخذ القيمة الزمنية للنقود فى الاعتبار :

٣ـ١ـ١ـ نموذج فترة الاسترداد :

تعبر فترة الاسترداد عن الزمن المطلوب لاسترداد الاستثمار المبدئى فى المشروع •

* فى حالة التدفقات النقدية السنوية المتساوية :

$$\text{فترة الاسترداد} = \frac{\text{الاستثمار المبدئى}}{\text{التدفق النقدى السنوى}}$$

مثال : قامت شركة النقل السريع بشراء سيارة نقل ركاب نظير مبلغ ٦٠٫٠٠٠ جنيه ، وتقدر الحياة الانتاجية لها بخمس سنوات • وتقدر التدفقات النقدية السنوية الصافية بمبلغ ٢٠٫٠٠٠ جنيه فتكون :

$$\text{فترة الاسترداد} = \frac{٦٠٫٠٠٠}{٢٠٫٠٠٠} = ٣ \text{ سنوات •}$$

* واذا كانت التدفقات النقدية غير متساوية ، فان فترة الاسترداد تتحدد على أساس جميع التدفقات النقدية الواردة الى النقطة التى تكون فيها مساوية للاستثمار المبدئى

مثال : فيما يلى البيانات الخاصة باحد الاستثمارات :

الاستثمار المبدئى القيمة بالجنيه	صافى التدفقات النقدية السنوية السنة الاولى	السنة الثانية	السنة الثالثة	السنة الرابعة
	جـ	جـ	جـ	جـ
٥٫٠٠٠	٢٠٠٠	١٠٠٠	٤٠٠٠	١٠٠٠

الحل : نلاحظ أنه بعد سنتين يكون قد تم استرداد مبلغ ٣٠٠٠ جنيه، ويكون الباقى بدون استرداد ٢٠٠٠ جنيه، فتكون فترة الاسترداد هى سنتان ونصف سنة • لأن التدفقات فى السنة الثالثة ٤٠٠٠ جنيه، وتتحدد فترة الاسترداد حينما يتم الحصول على نصف المقدار •

* وبينما تأخذ طريقة فترة الاسترداد فى الاعتبار صافى التدفقات الداخلة من العمليات فقط، نجد أنه فى بعض الحالات يتوفر ضمان للتخلص من الأصل بقيمة معينة وخلال فترة معينة فى الزمن • ولتوضيح ذلك نضرب المثال التالى :

بلغت قيمة الاستثمار المبدئى ٥٠,٠٠٠ جنيه ، وصافى التدفقات النقدية الواردة ٢٠,٠٠٠ جنيه ، ١٥,٠٠٠ جنيه ، ٣٠,٠٠٠ جنيه ، ١٨٠٠٠ جنيه على التوالى •

واذا كان يمكن التخلص من الأصل خلال أى وقت من السنتين الاولى والثانية نظير مبلغ ٣٠,٠٠٠ جنيه فان عامل الضمان اللازم يكون سنة واحدة ، لأنه سوف يمكن استرداد قيمة الاستثمار المبدئى بعدها ٢٠,٠٠٠ تدفقات السنة الاولى + ٣٠,٠٠٠ القيمة التى يمكن استردادها عند التخلص من الأصل •

واذا كان يمكن التخلص من الأصل نظير مبلغ ٢٢,٥٠٠ جنيه خلال نفس السنتين فان عامل الضمان يكون سنة ونصف •

٢٠,٠٠٠ تدفقات السنة الأولى + ٧٥٠٠ تدفقات نصف السنة الثانية

+ ٢٢٥٠٠ القيمة التى يمكن استردادها عند التخلص من الاصل •

تقييم : لقد ظل استخدام فترة الاسترداد فى تقييم الاستثمار مقبولا خلال فترة طويلة من الزمن ، فهى سهلة الاستخدام والفهم • كما أن المشروعات التى تكون فترة استردادها قصيرة تكون مرغوبة جدا فى عالم يسوده عدم التأكد • ومن ناحية أخرى ، فان استخدامها كمعيار وحيد للتقييم يواجه نقدين أساسيين :

١ـ أنها تهمل الربحية • ٢ـ أنها تهمل توقيت التدفقات النقدية خلال فترة الاسترداد •

وتوضح النقطة الاولى باستعراض بيانات المشروعين (س) ، (ص) :

المشروع	الاستثمار المبدئى جـ	صافى التدفقات النقدية خلال حياة المشروع جنيه): (١) جـ	(٢) جـ	(٣) جـ	(٤) جـ	(٥) جـ
س	١٠٠,٠٠٠	٥٠,٠٠٠	٥٠,٠٠٠	•	•	•
ص	١٠٠,٠٠٠	٥٠,٠٠٠	٥٠,٠٠٠	٥٠,٠٠٠	٥٠,٠٠٠	٥٠,٠٠٠

نجد أن كلا المشروعين لهما نفس فترة الاسترداد (سنتان) ومع ذلك نجد أن المشروع (ص) مرغوبا بدرجة أكبر لأنه يستمر فى امداد تدفقات نقدية صافية بعد فترة الاسترداد ، وهذا يعنى أن فترة الاسترداد تهمل عامل الربحية عندما يقيم المشروعين على أنهما متساويين

نظرا لتساوى فترة الاسترداد لكل منهما بالآخر ٠

* ومن ناحية أخرى ، نفترض أن لدينا المشروعين (ك) ، (ل) وبياناتهما كما يلى :

المشروع	الاستثمار المبدئى جـ	صافى التدفقات النقدية خلال حياة المشروع (جنيه) (١)	(٢)	(٣)	(٤)	(٥)
ك	٢٠٠٠٠٠ر٠٠	٤٠٠٠٠ر٠٠	٦٠٠٠٠ر٠٠	١٠٠٠٠٠ر٠٠	٦٠٠٠٠ر٠٠	٤٠٠٠٠ر٠٠
ل	٢٠٠٠٠٠ر٠٠	١٠٠٠٠٠ر٠٠	٦٠٠٠٠ر٠٠	٤٠٠٠٠ر٠٠	٦٠٠٠٠ر٠٠	٤٠٠٠٠ر٠٠

نجد أن فترة الاسترداد لكل من المشروعين ثلاث سنوات ، ومع ذلك فان المشروع (ل) يفضل عن المشروع (ك) لأنه يمدنا بتدفقات نقدية تحقق استردادا مبكرا لمعظم الاستثمار المبدئى ٠ ويمكن استثمارها ولو فى سندات حكومية ٠ وهذا يعنى أن طريقة فترة الاسترداد تهمل توقيت التدفقات النقدية خلال فترة الاسترداد ٠

٣ـ١ـ٢ـ نموذج معدل العائد المحاسبى :

يرتبط معدل العائد المحاسبى بمقاييس الأداء التى تستخدم فى تقييم الربحية مقاسة بصافى الدخل ٠ ومضمون هذا النموذج أننا نقسم متوسط الزيادة السنوية فى صافى الدخل الناتج من المشروع على الاستثمار المبدئى أو متوسط الاستثمار فى المشروع ٠

* معدل العائد المحاسبى على الاستثمار المبدئى =

متوسط الزيادة فى صافى الدخل السنوى ÷ الاستثمار المبدئى ٠

* معدل العائد المحاسبى على متوسط الاستثمار =

متوسط الزيادة فى صافى الدخل السنوى ÷ متوسط الاستثمار المبدئى ٠

وفى حساب معدل العائد المحاسبى علينا أن نتذكر أن الاهلاك يؤدى الى اظهار صافى الدخل السنوى بأقل من صافى التدفقات النقدية ٠

مثال : يبلغ الاستثمار المبدئى ١٠٠٠٠٠ر٠٠ جنيه ، الحياة الانتاجية ٥ سنوات ، صافى التدفقات النقدية السنوية : ٣٥٠٠٠ر٠٠ ، ٤٠٠٠٠ر٠٠ ، ٣٠٠٠٠ر٠٠ ، ٥٠٠٠٠ر٠٠ ، ٢٠٠٠٠ر٠٠ على التوالى ، وقيمة الخردة صفر ٠

• متوسط صافى التدفقات النقدية الواردة = جنيه

$$\frac{٣٥٠٠٠ر٠٠ + ٤٠٠٠٠ر٠٠ + ٣٠٠٠٠ر٠٠ + ٥٠٠٠٠ر٠٠ + ٢٠٠٠٠ر٠٠}{٥} = ٣٥٠٠٠ر٠٠$$

• ناقصا ـ الاهلاك السنوى : ١٠٠٫٠٠٠ ÷ ٥ = ٢٠٫٠٠٠ جنيـــه

متوسط الزيادة فى صافى الدخل= ٣٥٫٠٠٠ ـ ٢٠٫٠٠٠ = ١٥٫٠٠٠ جنيـــه

(١) معدل العائد المحاسبى على الاستثمار المبدئى = ١٥٫٠٠٠ / ١٠٠٫٠٠٠ = ١٥٪

(٢) معدل العائد المحاسبى على متوسط الاستثمار المبدئى = ١٥٫٠٠٠ / ٥٠٫٠٠٠ = ٣٠٪

حيث : متوسط الاستثمار المبدئى = ١٠٠٫٠٠٠ ÷ ٢ = ٥٠٫٠٠٠

لاحظ أنه عندما يكون هناك قيمة للخردة فى نهاية حياة المشروع فسوف تكون الزيادة فى صافى الدخل المحاسبى أكبر ، وأيضا يزيد متوسط الاستثمار المبدئى •

حاول تحقيق هذه العبارة بافتراض أن قيمة الخردة ١٠٫٠٠٠ جنيه فى المثال السابق .

تقييم : بينما يقدم معدل العائد المحاسبى مقياسا للربحية ، فانه لا يأخذ فى الاعتبار توقيت التدفقات النقدية • ويترتب على ذلك اننا نجد أن مشروعين يحققان نفس معدل العائد المحاسبى بينما يكون أحدهما مفضلا عن الآخر من وجهة نظر القيمة الزمنية للنقود • ولنأخذ على سبيل المثال البيانات التالية :

المشروع	الاستثمار المبدئى	صافى التدفقات السنوية (جنيه) (١)	(٢)	(٣)	(٤)	اجمالى
		جـ	جـ	جـ	جـ	جـ
(م)	١٠٠٫٠٠٠	٥٥٫٠٠٠	٥٥٫٠٠٠	٥٥٫٠٠٠	٥٥٫٠٠٠	٢٢٠٫٠٠٠
(ن)	١٠٠٫٠٠٠	١٠٠٫٠٠٠	١٠٠٫٠٠٠	١٠٫٠٠٠	١٠٫٠٠٠	٢٢٠٫٠٠٠

معدل العائد المحاسبى = (متوسط صافى التدفقات النقدية ـ الاهلاك السنوى) / الاستثمار المبدئى

المشروع (م) :

متوسط صافى التدفقات السنوية الداخلية : ٥٥٫٠٠٠ جنيه (متساوية سنويا)

الاهلاك السنوى = تكلفة الأصل ÷ سنوات الحياة الانتاجية

١٠٠٫٠٠٠ ÷ ٤ = ٢٥٠٠٠ جنيـــه

∴ معدل العائد المحاسبى للمشروع (م) = (٥٥٫٠٠٠ ـ ٢٥٫٠٠٠) / ١٠٠٫٠٠٠ = ٣٠ ٪

وبحساب نفس العناصر للمشروع (ن) نجد أن :

$$\text{معدل العائد المحاسبى للمشروع (ن)} = \frac{٥٥٫٠٠٠ - ٢٥٫٠٠٠}{١٠٠٫٠٠٠} = ٣٠ \%$$

وبالرغم من تساوى معدل العائد لكل منها بالآخر ، الا أننا نفضل بالطبع المشروع (ن) من وجهة نظر القيمة الزمنية للنقود، حيث يتم استرداد معظم الاستثمار المبدئى خلال سنتين ويتيح بذلك فرص استغلال مربحة لها .

وعندما يفضل استخدام معدل العائد المحاسبى فقد يكون السبب فى ذلك هو استخدام المعيار الذى يقيس الاداء الكلى للمنشأة . وبينما يكون استخدام هذا المعدل كأداة قيمة يستخدمها المهتمون خارج المنشأة والذين لا تتوفر لهم معلومات أفضل ، فان استخدامه الداخلى يكون موضع تساؤل . واذا كان يجب تقدير التدفقات النقدية السنوية لاعداد اقتراحات المشروعات ، فان نفس التقديرات السنوية يمكن استخدامها كأساس لتقييم الأداء .

٣ـ٢ـ نماذج الخصم (التى تأخذ القيمة الزمنية للنقود فى الاعتبار):

توجد ثلاثة نماذج تقابل قاعدة القرار فى المدى الطويل ، وتختلف فى طريقة تطبيق قاعدة القرارات طويلة الأجل . الأول هو معدل العائد الداخلى الذى يحدد معدل الفائدة الذى يتحقق فعلا من كلٍ من فرص الاستثمار . واذا كانت الأموال متاحة فانه يمكن تنفيذ كل المشروعات التى تقابل احتياجات معيار القرار (الحد الأدنى المعدل العائد) . وعندما يكون هناك قصور فى الأموال المتاحة، فمن الضرورى أن نقارن المشروعات وأن نقوم بترتيبها . والنموذج الثانى هو صافى القيمة الحالية ، والثالث هو معدل المنافع المخصومة / التكاليف المخصومة ، ويطبقان معدل خصم مرغوب أو محدد مسبقا بالنسبة للتدفقات النقدية ، مما يسمح بتوفير مقياس للبدائل على أساس صافى القيمة الحالية أو معدل المنافع المخصومة / التكاليف المخصومة .

٣ـ٢ـ١ـ معدل العائد الداخلي :

يعبر معدل العائد الداخلي لمشروع ما عن معدل الخصم الذى يحقق خلال الزمن تساوى التدفقات النقدية الداخلة بالاستثمار المبدئى • وقد يوصف أحيانا بأنه أقصى سعر للفائدة يمكن أن تدفعه المنشأة للاموال المستثمرة فى مشروع ما دون أن تخسر أى نقود •

وفى تحديد معدل العائد الداخلي فان الاستثمار المبدئى والتدفقات النقدية اللاحقة وسنوات الحياة المقدرة تكون معروفة ، والمشكلة هى تحديد معدل العائد • وقد تكون التدفقات النقدية متساوية أو غير متساوية • وتوضح الامثلة التالية كيفية تحديد معدل العائد الداخلي •

مثال (١): يتكلف انشاء احدى الآلات ٣٩٩٣ جنيه ويمكن تحقيق ايرادات سنوية تعادل ١٠٠٠ جنيه فى كل من سنوات حياتها الاقتصادية الخمس ، ولا يتوقع أن يكون لنفايتها قيمة بعد ذلك •

نجد أن التدفقات الداخلة سنويا متساوية ، لذلك نحدد المعامل وهو عبارة عن القيمة الحالية لدفعة قدرها جنيه تستحق لمدة ٥ سنوات .

المعامل = ٣٩٩٣ ÷ ١٠٠٠ = ٣٫٩٩٣

أصبح معلوما لنا الفترة ، القيمة الحالية للدفعة • ثم نبحث فى جداول القيمة الحالية فى صف الخمس سنوات عن رقم ٣٫٩٩٣ نجد أنه يقع تحت معدل ٨٪ •

∴ معدل العائد الداخلي = ٨٪

وهو المعدل الذى يجعل التدفقات الداخلة مساوية تماما للاستثمار المبدئى كما يظهر من الجدول التالى :

السنة	المقدار جـ	المعامل ٨٪	القيمة الحالية جـ
٠	(٣٩٩٣)	١٫ــــ	(٣٩٩٣)
١	١٠٠٠	٠٫٩٢٦	٩٢٦
٢	١٠٠٠	٠٫٨٥٧	٨٥٧
٣	١٠٠٠	٠٫٧٩٤	٧٩٤
٤	١٠٠٠	٠٫٧٣٥	٧٣٥
٥	١٠٠٠	٠٫٦٨١	٦٨١
			صفر

مثال (٢): تبلغ تكلفة الاستثمار ١٨٠٠٠ جنيه والحياة الاقتصادية المقدرة بثلاثة سنوات ، وتتحقق خلالها تدفقات نقدية داخلة مقدارها ٨٠٠٠ جنيه ، ٦٠٠٠ جنيه و ١٠٠٠٠ جنيه على التوالى . والمطلوب : تحديد معدل العائد الداخلى.

الحل : تحديد معدل العائد الداخلى فى حالة التدفقات النقدية غير المتساوية :

* بافتراض م.ع.د = ٢٠٪

	الزمن صفر	(١)	(٢)	(٣)
	ج	ج	ج	ج
صافى التدفقات النقدية	(١٨٠٠٠)	٨٠٠٠	٦٠٠٠	١٠٠٠٠
القيمة الحالية للجنيه		٠ر٨٣٣٣	٠ر٦٩٤٤	٠ر٥٧٨٧
القيمة الحالية	١٦٦١٩ر٨	٦٦٦٦ر٤	٤١٦٦ر٤	٥٧٨٧
صافى القيمة الحالية	(١٣٨٠ر٢)			

* ونظرا لأن القيمة الحالية لصافى التدفقات النقدية الداخلة أقل من الاستثمار المبدئى ، فان معدل العائد الداخلى يكون أقل من ٢٠ ٪ .

* ونجد أن القيمة الحالية لصافى التدفقات الداخلة أكثر من الاستثمار المبدئى، ولذلك فان معدل العائد الداخلى يكون أقل من ٢٠٪

* بافتراض م.ع.د = ١٦٪

	الزمن صفر	(١)	(٢)	(٣)
	ج	ج	ج	ج
صافى التدفقات النقدية	(١٨٠٠٠)	٨٠٠٠	٦٠٠٠	١٠٠٠٠
القيمة الحالية للجنيه		٠ر٨٦٢١	٠ر٧٤٣٢	٠ر٦٤٠٧
	١٧٧٦٣ر٠	٦٨٩٦ر٨	٤٤٥٩ر٢	٦٤٠٧
صافى القيمة الحالية	(٢٣٧)			

وبينما لا زال هناك اختلاف بين القيمة الحالية لصافى التدفقات النقدية الداخلة والاستثمار المبدئى، فانهما قد تقاربا كثيرا عن المحاولتين السابقتين ٠

ويمكن أن تستخدم المعدلات السابقة وعلاقتها بالقيمة الحالية لتحديد معدل العائد المطلوب :

ولما كان معدل ١٦٪ يظهر صافى قيمة حالية سالبة ، ∴ معدل العائد الداخلى سوف يكون أقل قليلا من ١٦٪ نظرا لصغر صافى القيمة الحالية السالبة نسبيا ، ويمكن أن تجرى المقارنات التالية :

	القيمة الحالية	المعدل	القيمة الحالية
المعدل المطلوب	١٨٠٠٠	١٦٪	١٧٧٦٣
١٦٪	١٧٧٦٣	٢٠٪	١٦٦١٩٫٨
الفرق (س)	٢٣٧	٤٪	١١٤٣٫٢

٤٪ تعادل ١١٤٣٫٢

∴ س تعادل ٢٣٧

∴ المعدل = ١٦٪ ـ س = ١٦٪ ـ $\frac{٢٣٧}{١١٤٣٫٢}$ = ١٥٫٨ ٪

ولقد كان تخميننا لمعدل العائد بعيدا عن الواقع حينما افترضنا أنه ٢٠٪ ثم ١٦٪ ، ويمكن الاستعانة ببعض الطرق للتعرف على أقرب رقم لمعدل العائد الداخلى . وعلى سبيل المثال ، يمكن الاستعانة بمثل الجدول التالى :

جدول يوضح العلاقة بين معدل العائد الداخلى وفترة الاسترداد وسنوات الحياة الانتاجية للأصل : (١)

حياة المشروع	فترة الاسترداد : ٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠
	مقلوب فترة الاسترداد : ٣٣	٢٥	٢٠	١٦	١٤	١٢	١١	١٠
سنة	معدل العائد الداخلى ٪ :							
٤	١٣	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠
٥	٢٠	٨	٠	٠	٠	٠	٠	٠
٦	٢٤	١٣	٥	٠	٠	٠	٠	٠
٧	٢٧	١٨	٩	٤	٠	٠	٠	٠
٨	٢٩	١٩	١٢	٧	٣	٠	٠	٠
٩	٣٠	٢٠	١٤	٩	٥	٢	٠	٠
١٠	٣١	٢١	١٥	١١	٧	٤	٢	٠
١٥	٣٣	٢٤	١٨	١٤	١٢	٩	٧	٦
٢٠	٣٣	٢٥	١٩	١٦	١٣	١١	٩	٨
٢٥	٣٣	٢٥	٢٠	١٦	١٤	١٢	١٠	٩
٣٠	٣٣	٢٥	٢٠	١٦	١٤	١٢	١١	٩

(١) المصدر : Ronald M. Copeland & Paul E. Dascher, op. cit., p. 520.

٣ـ٢ـ٢ـ نموذج صافى القيمة الحالية :

يعبر صافى القيمة الحالية لاستثمار معين عن الفرق بين القيمة الحالية للتدفقات النقدية المستقبلة الداخلة ، والقيمة الحالية للتدفقات النقدية المستقبلة الخارجة • ويتم خصم كل التدفقات النقدية الداخلة والخارجة الى قيمتها الحالية باستخدام معدل خصم محدد مقدما • وحينما يكون صافى القيمة الحالية مساويا (صفر) (التدفقات النقدية الداخلة المخصومة = التدفقات النقدية الخارجة المخصومة)، فان الاستثمار سوف يحقق معدل عائد داخلى مساو للمعدل الأدنى المحدد مقدما • واذا كان صافى القيمة الحالية موجبا (التدفقات النقدية الداخلة المخصومة > التدفقات النقدية الخارجة المخصومة)، فان الاستثمار سوف يحقق معدل عائد داخلى أعلى من المعدل المحدد مقدما • واذا كان صافى القيمة الحالية سالبا (التدفقات النقدية الداخلة المخصومة < التدفقات النقدية الخارجة المخصومة) فان الاستثمار سوف يحقق معدل عائد أقل من المعدل المرغوب المحدد مقدما •

خطوات تطبيق نموذج صافى القيمة الحالية فى مقارنة المشروعات الاستثمارية :

١ـ حدد مقدار وتوقيت التدفقات النقدية الداخلة والخارجة •
٢ـ عين سعر الخصم المعادل لتفضيل القيمة الزمنية •
٣ـ احسب القيمة الحالية لكل من التدفقات الداخلة والخارجة •
٤ـ اجمع القيمة الحالية لكل التدفقات النقدية الموجبة والسالبة •
٥ـ كرر الخطوات لكل من فرص الاستثمار (البدائل)•
٦ـ اختر ذلك البديل الذين يحقق أعلى صافى قيمة حالية موجبة • ومن الجدير بالذكر أن صافى القيمة الحالية السالبة تعنى أن الاستثمار لن يحقق عوائد كافية لتعويض المستثمر عن تفضيله للقيمة الزمنية للنقود ، ومن ثم فانه يقرر ألا يستثمر مطلقا •

مثال (١): اقتراحان استثماريان (أ) ، (ب) فيما يلى بيانات كل منهما :

الاقتراح	الاستثمار المبدئى	التدفقات النقدية الداخلة (١)	(٢)	(٣)	(٤)
	جـ	جـ	جـ	جـ	جـ
(أ)	١٠٠٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠	١٤٠٠
(ب)	١٠٠٠	٧٠٠	٥٠٠	٢٠٠	١٠٠

ويبلغ معدل التفضيل الزمنى ١٠٪•

الحل : لكى تحدد قبول أى من المشروعين فاننا نحسب صافى القيمة الحالية لكل منهما ٠

* من جداول القيمة الحالية نتعرف على القيمة الحالية للجنيه خلال كل من السنوات الأربع التى تمثل العمر الاقتصادى لكل منهما ، وتبلغ هذه القيمة ٩٠٩ر٠ ، ٨٢٦ر٠ ، ٧٥١ر٠ ، ٦٨٣ر٠ نحصل عليها من الجداول المعدة لذلك ٠

* ثم نجرى بقية الخطوات خلال الجداول التالية :

الاستثمار (أ):

	السنة	المقدار ج	معامل الخصم	القيمة الحالية ج
(الآن)	٠	(١٠٠٠)	٠٠ ر١	(١٠٠٠)
	١	١٠٠	٩٠٩ر٠	٩٠ر٩
	٢	١٠٠	٨٢٦ر٠	٨٢ر٦
	٣	١٠٠	٧٥١ر٠	٧٥ر٦
	٤	١٤٠٠	٦٨٣ر٠	٩٥٦ر٠
مجموع التدفقات الداخلة		١٧٠٠		١٢٠٥
صافى		٧٠٠		٢٠٥

الاستثمار (ب):

	السنة	المقدار ج	معامل الخصم	القيمة الحالية ج
	٠	(١٠٠٠)	٠٠ ر١	(١٠٠٠)
	١	٧٠٠	٩٠٩ر٠	٦٣٦
	٢	٥٠٠	٨٢٦ر٠	٤١٣
	٣	٢٠٠	٧٥١ر٠	١٥٠
	٤	١٠٠	٦٨٣ر٠	٦٨
مجموع التدفقات الداخلة		١٥٠٠		١٢٦٧
صافى		٥٠٠		٢٦٧

توضح هذه الجداول القيمة الحالية المخصومة لجميع التدفقات خلال السنوات الاربع ٠

ويظهر لنا أن الاستثمار (ب) يحقق صافي قيمة حالية أعلى · كما يلاحظ أنه تم خصم التدفقات النقدية الخارجة الأولية من التدفقات النقدية الداخلة اللاحقة · وهذا السبب في تسمية هذا النموذج " نموذج صافي القيمة الحالية " · ولاحظ أن الاستثمار (ب) هو المشروع الأفضل ، لأنه يحقق صافي قيمة حالية أعلى اذا ما أخذنا القيمة الزمنية للنقود في الاعتبار ، وذلك مع أن الاستثمار (أ) يحقق ايرادا كليا أعلى بمقدار ٢٠٠ جنيه · ولكن المستثمر الذى يعطى قيمة زمنية للنقود ١٠٪ سوف يفضل المشروع (ب) على المشروع (أ) · واذا لاحظنا بيانات الاستثمار (ب) نجد أن مبلغ ٥٠٠ جنيه يعبر عن الفرق المستقبل الحقيقي بين التدفقات الداخلة والتدفقات الخارجة · ولكن المستثمر الذى يعطى تفضيل زمنى ١٠٪ ينظر الى هذا المبلغ على أنه يعادل ٢٦٧ جنيه، وهى التى تعبر عن الفرق الحاضر · والفرق المستقبل الحقيقي يكون ملائما فقط لهؤلاء المستثمرين الذين لايعطون تفضيلا زمنيا للنقود . كما أن المستثمر الذى يعطى تفضيلا زمنيا قدره ١٠٪ ، يطلب ٢٣٣ جنيه (٥٠٠ ــ ٢٦٧) لتعويضه عن فرص المكاسب البديلة ، الخطر ، والتضخم ، وأيضا العناصر الأخرى لتفضيله الزمن للنقود ·

مثال (٢): تقوم احدى الشركات بدراسة انشاء تسهيلات جديدة ، وتقدر الحياة الاقتصادية بخمس سنوات ، ويبلغ الاستثمار المبدئى بمبلغ ١٠٠٫٠٠٠ جنيه فى اصول ثابتة ، ٢٠٫٠٠٠ جنيه فى رأس المال العامل · وتقدر قيمة النفاية المتخلفة عن الاصول الثابتة بمبلغ ١٠٫٠٠٠ جنيه ، وتقدر المقبوضات السنوية ١٢٠٫٠٠٠ جنيه ، كما تبلغ المدفوعات السنوية ٨٠٫٠٠٠ جنيه ، ويبلغ معدل الضريبة ٤٨٪ ، ويحسب الاهلاك على أساس جزء من مجموع أرقام لسنوات (لاغراض الضريبة) · كما تبلغ تكلفة رأس المال ١٢٪ · والمطلوب : تحديد صافى القيمة الحالية ·

	الـــــــزمـــــــــــن					
	صفر ج	(١) ج	(٢) ج	(٣) ج	(٤) ج	(٥) ج
الاستثمار المبدئى:						
أصول ثابتة	(١٠٠٫٠٠٠)					
رأسمال عامل	(٢٠٫٠٠٠)					
العمليات :						
المقبوضات النقدية		١٢٠٫٠٠٠	١٢٠٫٠٠٠	١٢٠٫٠٠٠	١٢٠٫٠٠٠	١٢٠٫٠٠٠
مدفوعات نقدية		٨٠٫٠٠٠	٨٠٫٠٠٠	٨٠٫٠٠٠	٨٠٫٠٠٠	٨٠٫٠٠٠
التدفقات النقدية قبل الضريبة		٤٠٫٠٠٠	٤٠٫٠٠٠	٤٠٫٠٠٠	٤٠٫٠٠٠	٤٠٫٠٠٠
الضرائب على الدخل*		(٤٨٠٠)	(٧٦٨٠)	(١٠٥٦٠)	(١٣٤٤٠)	(١٦٣٢٠)
التدفقات النقدية بعد الضريبة		٣٥٢٠٠	٣٢٣٢٠	٢٩٤٤٠	٢٦٥٦٠	٢٣٦٨٠
إنتهاء الاستثمار						
أصول ثابتة						١٠٫٠٠٠
رأس مال عامل						٢٠٫٠٠٠
		٣٥٢٠٠	٣٢٣٢٠	٢٩٤٤٠	٢٦٥٦٠	٥٣٦٨٠
القيمة الحالية للجنيه		٠٫٨٩٢٩	٠٫٧٩٧٢	٠٫٧١١٨	٠٫٦٣٥٥	٠٫٥٦٧٤
القيمة الحالية	١٢٥٤٨٨	٣١٤٣٠	٢٥٧٦٦	٢٠٩٥٥	١٦٨٧٩	٣٠٤٥٨
صافى القيمة الحالية	٥٤٨٨					

* جدول مدفوعات الضـــرائب

السنوات :	(١)	(٢)	(٣)	(٤)	(٥)
التدفقات النقدية من العمليات (قبل الضريبة)	٤٠ر٠٠٠	٤٠ر٠٠٠	٤٠ر٠٠٠	٤٠ر٠٠٠	٤٠ر٠٠٠
الاهلاك على اساس قسـط متناقص (جزء من مجموع أرقام السنوات)	(٣٠ر٠٠٠)	(٢٤ر٠٠٠)	(١٨ر٠٠٠)	(١٢ر٠٠٠)	(٦ر٠٠٠)
الدخل الخاضع للضريبة	١٠ر٠٠٠	١٦ر٠٠٠	٢٢ر٠٠٠	٢٨ر٠٠٠	٣٤ر٠٠٠
ضريبة الدخل بمعدل ٤٨٪	٤٨٠٠	٧٦٨٠	١٠٥٦٠	١٣٤٤٠	١٦٣٢٠

ملاحظات على الحل :

(١) حددت أقساط الاهلاك كما يلى :

القيمة القابلة للاهلاك = ١٠٠ر٠٠٠ ـ ١٠ر٠٠٠ = ٩٠ر٠٠٠ ج وزعت بنسـبة ٥ : ٤ : ٣ : ٢ : ١

(٢) تم استرداد قيمة النفاية ورأس المال العامل فى نهاية السنة الخامسة ، ويلاحظ أن الارباح الرأسمالية المقدرة تعادل : صفر (القيمة الدفترية ١٠ر٠٠٠ جنيه = القيمة البيعية للخردة) ٠

(٣) يعتبر المشروع مقبولا لأنه يحقق صافى قيمه حالية موجبة قدرها ٥٤٨٨ جنيـه ، ومعنى ذلك أن : معدل العائد الداخلى > ١٢ ٪ ٠

تقييم : توجد بعض الحدود والافتراضات فى نموذج القيمة الحالية والتى نتناولهـا فيما يلى :

أولا ـ يفترض النموذج أن التدفقات النقدية الداخلة أو الخارجة معروفة بالتأكيد ، ولذلك لا يتم معالجة التدفقات غير المنظورة أو التغيرات فى توقيت التدفقات ٠ واذا ماتـم زيادة معدل التفضيل الزمنى ، أو تأجيل التدفقات النقدية الداخلة أو تبكيـر التدفقات النقدية الخارجة ، فان أيا من هذه الحالات سوف يترتب عليها نقـص

فى القيمةالحاليةالمخصومة ٠

ثانيا ـ يوجد افتراض غير ظاهر مؤداه أن معدل التفضيل الزمنى المستخدم فى بداية التحليل يظل ثابتا خلال حياةالمشروع ٠ ونظرة ولو للحظة الى واقع الحياة تظهر لنا مدى صحة هذا الافتراض ، لاننا فى الواقع نجد تقلبات عديدة لاسعار الفائدة خلال العقد الواحد من الزمن ٠ ومعنى هذا التغير فى أسعار الفائدة أن المستثمر قد يواجه فرصا مختلفة بصورة جوهرية لاستثمار أمواله خلال السنة ٠ وبالمثل ، تختلف الفرص على مدار الفترات الزمنيةالطويلة ٠ واذا كان لدى متخذ القرار الفائض من الأموال وفرصا محدودة للاستثمار ، فانه سوف يقبل عوائد متوقعة أقل عن تلك التى يقبلها متخذ القرار الذى يمتلك أموالا محدودة وفرصا غير محدودة للاستثمار متاحة له ٠وبالاضافة لذلك ، فان متخذ القرار الذى يمتلك أموالا محدودة ، فرصا غير محدودة للاستثمار سوف يقبل فقط عوائد متوقعة أعلى مما كان يحصل عليها لوكان لديه فائضا أكثر من الأموال المتاحة ٠

ثالثا ـ الافتراض الثالث التى يقوم عليه نموذج صافى القيمةالحالية أن التدفقات النقدية تحدث فى فترات موزعة بالتساوى ، وعادة فى نهاية السنة ٠ واذا كانت التدفقات النقدية مقدرة لفترات ٦ شهور فى المستقبل ، فان النموذج يمكن أن يعدل ليأخذ هذا فى الاعتبار بتخفيض المعدل الى النصف ٠

وعلى سبيل المثال ، اذا كانت التدفقات النقدية ١٠ر٠٠٠ جنيه فى كل من فترتى الستة شهور الأولى والثانية ومعدل الفائدةالمستخدم ٢٠٪ للسنة ، فيمكن خصم ٢٠ر٠٠٠ جنيه بمعدل ٢٠٪ ، مؤديا الى قيمة حاليةمخصومة ١٦ر٦٦٦ جنيه ٠ وبطريقة أكثر تحديدا يمكن أن تخصم مقدار ١٠ر٠٠٠ جنيه بمعدل ١٠٪ لينتج قيمة حالية ١٧ر٣٥٥ جنيه ، والفرق بين القيمتين المخصومتين يرجع الى العوائد المبكرة ٠

ومن ناحية أخرى ، اذا أعدت البيانات على أساس شهرى ، فانه يمكن تحديد المعدل الشهرى للخصم ، ثم تطبيقه بالنسبةللتدفقات التى لاتخضع للسنوية ٠

٣ـ٢ـ٣ـ نموذج معدل المنفعة / التكلفة :

يعتبر معدل المنفعة/ التكلفة لاغراض هذه الدراسة عن العلاقة بين المنافع المخصومة المترتبة على استثمار معين والتكاليف المخصومة المترتبة على هذا الاستثمار· تشمل المنافع التدفقات النقدية الداخلة سواء كانت فى شكل زيادة فى الايرادات أو وفورات فى التكاليف · وتشمل التكاليف جميع النفقات النقدية التى تلزم للاستثمار المبدئى . وبدلا من تحديد صافى القيمة الحالية ، فانه يمكن حساب معدل المنافع المخصومة / التكاليف المخصومة ، ويتم حسابه كما يلى :

$$\text{معدل المنفعة / التكلفة} = \frac{\text{المنافع النقدية المخصومة}}{\text{التكاليف النقدية المخصومة}}$$

مثال : يبلغ الاستثمار المبدئى للمشروع ٢٠٫٠٠٠ جنيه ، ويقدر العمر الاقتصادى بسنتين يتحقق خلالهما منافع نقدية ١٣٠٠٠ جنيه ، ١٥٤٠٠ جنيه · ويحتسب الاهلاك على أساس القسط الثابت لاغراض الضريبة التى يبلغ سعرها ٤٠٪ ، معدل الخصم ١٠ ٪ · والمطلوب : تحديد معدل المنفعة / التكلفة ·

	(١) ج	(٢) ج
المنافع (الايرادات النقدية)	١٣٫٠٠٠	١٥٫٤٠٠
ـ الاهلاك	١٠٫٠٠٠	١٠٫٠٠٠
	٣٠٠٠	٥٤٠٠
× الضريبة على الدخل (٤٠٪)	١٢٠٠	٢١٦٠

التدفقات النقدية بعد الضريبة :

	ج	ج
المنافع	١٣٠٠٠	١٥٤٠٠
ـ الضريبة	١٢٠٠	٢١٦٠
	١١٨٠٠	١٣٢٤٠

القيمة الحالية للتدفقات النقدية الخارجية = (٢٠٫٠٠٠) × ١٫٠ = (٢٠٫٠٠٠) ج

القيمة الحالية للتدفقات النقدية الداخلية: ج

السنة الاولى = ١١٨٠٠ × ٠٫٩٠٩ = ١٠٧٢٦

السنة الثانية = ١٣٢٤٠ × ٠٫٨٢٦ = ١٠٩٣٦

٢١٦٦٢

معدل المنفعة/التكلفة = المنافع المخصومة(التدفقات النقدية الداخلة المخصومة) / التكاليف المخصومة(التدفقات النقدية الخارجة المخصومة) =

= ٢١٦٦٢ / ٢٠٠٠٠ = ١ر٠٨

(سواء ذكرنا أنه معدل المنافع المخصومة الى التكاليف المخصومة أو معدل المنفعة/التكلفة ، فنحن نعنى فى الحالتين استخدام المنافع المخصومة والتكاليف المخصومة فى تحديد هذا المعدل)٠

٣—٢—٤— نموذج فترة الاسترداد على أساس التدفقات المخصومة :

يمكن تطوير طريقة فترة الاسترداد بأن نأخذ فى الاعتبار القيمة الزمنية للنقود ، وبالتالى معدل العائد الذى ترغبه المنشأة ، وبذلك يمكن التغلب على واحد من عيوب طريقة فترة الاسترداد التقليدية ٠

مثال : فيما يلى بيان المشروعين م ، ن الذين يتطلب كل منها استثمارات مبدئية ٥٠٠٠ جنيه ٠

المشروع	الاستثمار المبدئى جـ	التدفقات النقدية الصافية (١)	(٢)	(٣)	(٤)	(٥)	(٦)	(٧)
(م)	٥٠٠٠	١٠٧٨	١٠٧٨	١٠٧٨	١٠٧٨	١٠٧٨	١٠٧٨	١٠٧٨
(ن)	٥٠٠٠	١٥٩٠	١٨٠٠	١٧٦٠	١٧٢٠	—	—	—

ويبلغ الحد الأدنى لمعدل العائد ١٠٪ ٠

فيمكن تحديد فترة استرداد التدفقات المخصومة كما يلى :

المشروع (م) :

السنوات	التدفقات الصافية حـ	معامل الخصم على أساس ١٠٪	القيمة الحالية جـ	فترة استرداد التدفقات المخصومة بالسنوات
١	١٠٧٨	٠ر٩٠٩	٩٨٠	١ر٠
٢	١٠٧٨	٠ر٨٢٦	٨٩٠	١ر٠
٣	١٠٧٨	٠ر٧٥١	٨١٠	١ر٠
٤	١٠٧٨	٠ر٦٨٣	٧٣٦	١ر٠
٥	١٠٧٨	٠ر٦٢١	٦٦٩	١ر٠
٦	١٠٧٨	٠ر٥٦٤	٦٠٨	١ر٠
٧	(٢) ٥٩٨	٠ر٥١٣	(١)٣٠٧	٠ر٦(٣)
المجموع :			٥٠٠٠	٦ر٦

ملاحظات :

(١) يلزم استرداد مبلغ ٣٠٧ جنيه خلال السنةالسابعة حتى يكون قد تم استرداد الاستثمار المبدئى وحددت كما يلى :

٥٠٠٠ ـ (٩٨٠٠ + ٩٨٠ + ٨١٠ + ٧٣٦ + ٦٦٩ + ٦٠٨)= ٣٠٧ جنيه

وهى القيمةالحالية لتدفقات لم يتم استردادها خلال الاربع سنوات ٠

(٢) لتحديد القيمةالاصلية لمبلغ ٣٠٧ جنيه :

٣٠٧ ÷ ٥١٣ر٠ (معامل الخصم) = ٥٩٨ جنيه

(٣) الفترة اللازمة لاسترداد بقيمةالاستثمار المبدئى = ٥٩٨ ÷ ١٠٧٨ = ٥٥ر٠ تقريبا

وقد لاحظنا أنه فى السنةالسابعةنحتاج الى ٣٠٧ جنيه للوصول الى قيمةالاستثمار المبدئى ٥٠٠٠ جنيه ٠

المشروع (ن) :

السنة	التدفقات النقدية	معامل الخصم على أساس ١٠ ٪	القيمةالحالية جـ	فترة الاسترداد على أساس التدفقات المخصومة (سنة)
١	١٥٩٠	٩٠٩ر٠	١٤٤٥	١ر ـ
٢	١٨٠٠	٨٢٦ر٠	١٤٨٧	١ر ـ
٣	١٧٦٠	٧٥١ر٠	١٣٢٢	١ر ـ
٤	١٠٩٢(٢)	٦٨٣ر٠	٧٤٦ (١)	٦ر٠(٣)

ملاحظات :

(١) نحتاج فى السنة الرابعةالى مبلغ ٧٤٦ جنيه فقط للوصول الى الاستثمار المبدئى ٠

٥٠٠٠ ـ (١٤٤٥ + ١٤٨٧ + ١٣٢٢ = ٧٤٦ جنيه

(٢) التدفقاتالاصليةالمعادلة لمبلغ ٧٤٦ جنيه

= ٧٤٦ ÷ ٦٨٣ر٠ = ١٠٩٢ جنيه

(٣) الفترةاللازمة فى السنةالرابعة لاسترداد بقيةالاستثمار المبدئى

= ١٠٩٢ ÷ ١٧٢٠ = ٦٣ر٠ سنة

وتستخدم فترةالاسترداد على أساس التدفقات المخصومة مع طريقة صافى القيمة الحالية، أو طريقةمعدل العائد الداخلى لتحديد الجاذبية النسبيةللمشروع ٠وأرجو أن يتذكرالقارئ : أنه اذا تم حساب فترةالاسترداد على أساس التدفقاتالمخصومة ولم تكف التدفقاتالمخصومة لاسترداد الاستثمار المبدئى،فان هذا المشروعيكون غير مربح عند معدلالعائد المطلوب ٠

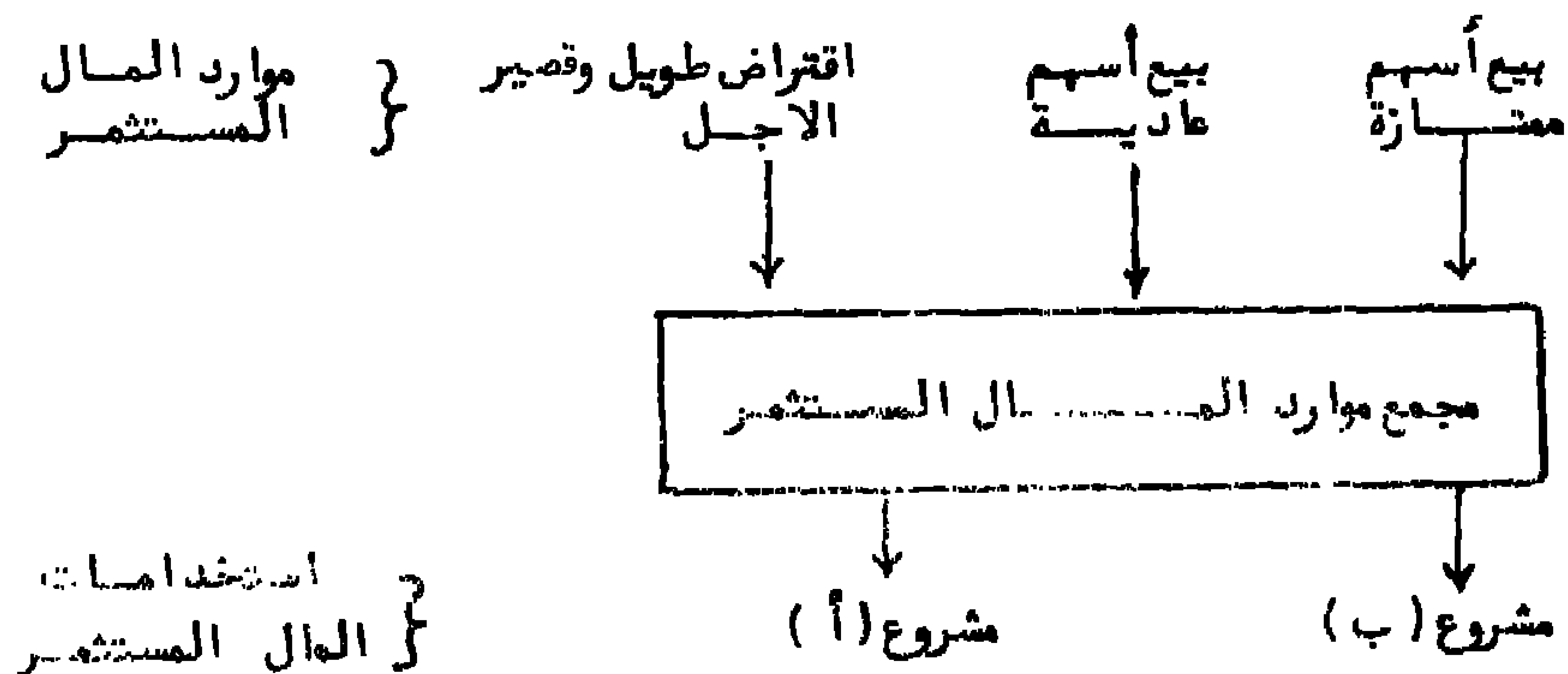
٣ـ٢ـ٥ـ تحديد الحد الأدنى لمعدل العائد :

تناولنا أساليب الخصم التى تمكننا من الحصول على القيمة الحالية ، قياس التدفقات النقدية الداخلة والتدفقات النقدية الخارجة . وفى هذه المناقشات افترضنا أن المنشأة قد اختارت معدل الخصم الصحيح .

وفى الواقع فانه توجد مقاييس ممكنة كثيرة يمكن استخدامها كمعدل للخصم . وعلى سبيل المثال ، فهناك معدل خصم على الاستثمارات قصيرة الأجل ، العائد على السندات ، أسعار الفائدة التى تحددها البنوك ، أو المعدل الذى تقترض به الحكومة . غير أن المنشأة تختار الاستثمارات طويلة الأجل لكى تحافظ على أو تضيف الى ثروتها . ولذلك فهى تختار مقياس معدل العائد الذى يحقق هذا الهدف . ولهذا يرجع السبب فى أن معظم الشركات تستخدم مقياس تكلفة رأس المال الخاصة بها . واذا حققت الشركة مكاسب تعادل تكلفة الحصول على رأس المال والمحافظة عليه ، فانها تكون قد حققت هدف المحافظة على الثروة . ويمكن أن تحدد تكلفة رأس المال (من وجهة نظر مستخدم الأموال)، أو العائد على الاستثمار (من وجهة نظر مقدم الأموال) بالمعادلة العامة الآتية :

$$\text{تكلفة المال المستثمر} = \frac{\text{المدفوعات السنوية للمستثمرين}}{\text{القيمة السوقية للاوراق المالية}}$$

وعادة مايكون للمنشأة أكثر من مصدر لرأس المال ، وأكثر من استخدام محتمل له .



وتختلف تكلفة المال المستثمر حسب مصادره، نظرا لأن كل مصدر يتضمن مجموعة مختلفة من الحقوق والامتيازات . فقد يقبل مشترى السندات معدل عائد أقل فى مقابل خطر أقل . فهو يتسلم عائدا ثابتا طوال فترة السند ، كما يتسلم قيمته الاسمية عند الاستحقاق . ويتحمل حملة الاسهم العادية معظم الخطر اذا فشلت المنشأة ، واعظم فرص الربح اذا نجحت . ويحصلون على التوزيعات اذا تحقق الربح واعلن عن التوزيع ، وهم آخر من يتسلم من قيمة الاصول عندما تصفى الشركة .

ويوجد اكثر من مقياس واحد ممكن لكى تقيس المنشأة تكلفة رأس المال . وعلى سبيل المثال ، يكون لدى المنشأة فرصة الاستثمار فى المشروع (ب)، وفى نفس الوقت قد يوجد قصور فى مجمع موارد رأس المال . وينطوى أحد المداخل على استخدام تكلفة رأس المال من مصدر معين — وليكن اصدار السندات — لكى تحدد جدوى المشروع (ب) .
ويعتبر هذا المدخل مضللا . فاذا كانت تكلفة مصدر معين لرأس المال (التكلفة المعينة لرأس المال) تستخدم فى تبرير استثمار معين ، فان المنشأة سوف تكون متحمسة للتوسع فى الاقتراض طويل الأجل ، لأن التكلفة — عادة — تكون أقل من تكلفة المصادر الاخرى للأموال . وكلما زادت القروض طويلة الأجل ، فقد تجد المنشأة نفسها فى موقف أقل ملاءمة للاقتراض وبالتالى تفرض عليها معدلات فائدة أعلى ، أى ترتفع تكلفة التمويل . ويقوم مدخل آخر على استخدام تكلفة رأس المال من جميع المصادر ، ونقصد المتوسط المرجح لتكلفة الأموال ، باعتباره الحد الأدنى للعائد المقبول . ويأخذ هذا المتوسط فى الاعتبار كل المصادر المخططة لرأس المال . ويتم حسابه كما يلى :
(١) تحديد التكلفة المعينة للأموال من كلٍّ من المصادر الطويلة الأجل للتمويل .
(٢) حساب معدل متوسط يرجح تكلفة كل مصدر من مصادر رأس المال على أساس قيمته السوقية . وتستبعد الالتزامات الجارية باعتبارها مقابلة للأصول المتداولة أكثر من كونها جزءا من رأس المال المستثمر . وسنحاول فيما يلى تقديم شرح مبسط للمتوسط المرجح لتكلفة الأموال .

* تكلفة أموال الأسهم العادية :

اذا كانت كل الأرباح تدفع فى صورة اسهم للمساهمين العاديين فانه يمكن استخدام المعادلة السابقة ، حيث تقسم المدفوعات السنوية على القيمة السوقية للاسهم العادية

لحساب التكلفةالمعينة لرأس مال الأسهم العادية • وتختلف سياسة الشركات فى توزيع الأرباح • وعندما يتم الاحتفاظ بالارباح ، فيجب أن تساعد على نمو المنشأة لكى تكون قادرة على تحقيق توزيعات فى المستقبل • ويمكن حساب التكلفةالمعينة لرأس مال الأسهم العادية باضافة معدل النمو الذى يعبر عن أهداف الادارة فى تنميةالتوزيعات، وبذلك يكون :

$$ت = \frac{ز}{س} + و$$

حيث :

ت : تكلفة أموال الاسهم العادية •

ز : التوزيعات السنوية

س : القيمة السوقية للأسهم •

و : المعدل المتوقع لنمو التوزيعات•

مثال : الاسهم العادية ١٠،٠٠٠ سهم سعر ١٠ جنيه ، التوزيعات الحالية ١ جنيه للسهم ، والسعر السوقى للسهم ١٨ جنيه ، وتبلغ الارباح المحجوزة ٥٠،٠٠٠ جنيه • واذا كان الهدف نمو التوزيعات بمعدل ٨٪ فان تكلفة رأس المال تكون كما يلى :

$$ت = \frac{ز}{س} + و = \frac{١}{١٨} + ٠٫٠٨ = ٠٫٠٥٦ + ٠٫٠٨ = ١٣٫٦ \%$$

واذا كانت هذهالتكلفة لرأس المال تمثل الحد الأدنى لمعدل العائد المرغوب ، فمعنى ذلك أن أى استثمار جديد يجب أن يحقق كحد أدنى معدل عائد ١٣٫٦٪ بعد الضريبة، ليغطى تكلفة رأس المال ويحافظ على قيمةالشركة عبر الزمن •

* تكلفة الائتمان طويل الأجل :

افترض هيكل رأس المال التالى :

	جنيه
قروض طويلةالأجل (٦٪ لمدة ٨ سنوات السعر السوقى ٩٠٪ ويحقق ٨٪)	١٠٠،٠٠٠
أسهم عادية	١٠٠،٠٠٠
أرباح محجوزة	٥٠،٠٠٠
	٢٥٠،٠٠٠

ت = (١ ـ ض) ع

حيث ت : تكلفة الاقتراض ،ض: معدل الضريبة ، ع: المعدل الذى يحققه المستثمر على أمواله اذا كان الاستثمار الفعلى بسعر السوق ٠

ت = (١ ـ ٤٠ر٠) ٠٨ر٠ = ٨ر٤ ٪

ويلاحظ انخفاض التكلفة نظرا لان الفوائد على السنوات تعتبر من الأعباء التى يجوز خصمها لأغراض الضريبة ٠

* تكلفة أموال الأسهم الممتازة :

يعطى أصحاب الأسهم الممتازة الحق فى المشاركة فى كل الأرباح مع تفضيلهم على المساهمين العاديين بالنسبة للتوزيعات أو للأصول عند التصفية ٠ وعادة ما تكون التوزيعات محدودة ، وتطبق المعادلة العامة فى قياس تكلفة رأس مال الأسهم الممتازة ٠

افترض أن هيكل رأس مال احدى الشركات يتضمن ٠٠٠ر١٠٠ جنيه أسهم ممتازة القيمة الاسمية للسهم ١٠٠ جنيه ، والتوزيعات للسهم ٧ جنيه ، وتبلغ القيمة السوقية ٩٠ جنيه ٠ وبذلك تكون تكلفة رأس المال

$$ت = \frac{ز}{س} = \frac{٧}{٩٠} = ٧٫٨ \%$$

* متوسط التكلفة المرجحة لرأس المال :

يمكن الآن أن نحسب متوسط التكلفة المرجحة لرأس المال باستخدام القيمة السوقية لكل عنصر من عناصر هيكل رأس المال ٠

مثال :	القيمة السوقية جـ	النسبة	تكلفة رأس المال	متوسط التكلفة المرجحة لرأس المال
ـ قروض طويلة الاجل (القيمة السوقية ٩٠ ٪)	٠٠٠ر٩٠	٢٥٪	٨ر٤٪	٢ر١ ٪
ـ الاسهم الممتازة	٠٠٠ر٩٠	٢٥٪	٨ر٧٪	٩٥ر١ ٪
ـ الاسهم العادية ٠٠٠ر١٠ سهم، القيمة السوقية ١٨ جنيه	٠٠٠ر١٨٠	٥٠٪	٦ر١٣	٨ر٦ ٪
	٠٠٠ر٣٦٠	١٠٠ ٪		١٠٠ ٪

ويلاحظ أن متوسط التكلفة المرجحة لرأس المال تنخفض من ٦ر١٣٪ مع الأسهم العادية فقط الى ١٠٪ حينما تضاف الأسهم الممتازة والاقتراض طويل الأجل • ويترتب على ذلك احتمالات عائداً أعلى بالنسبة لحملة الأسهم العادية نتيجة انخفاض تكلفة رأس المال المقترض• وليشرح هذه النقطة افترض زيادة الاقتراض طويل الأجل الى الضعف فيصبح متوسط التكلفة المرجحة لرأس المال كما يلى :

	جـ			
قروض طويل الاجل	١٨٠ر٠٠٠	٤٠٪ × ٨ر٤	=	٩ر١ ٪
أسهم ممتازة	٩٠ر٠٠٠	٢٠٪ × ٨ر٧	=	٦ر١ ٪
أسهم عادية	١٨٠ر٠٠٠	٤٠٪ × ٦ر١٣	=	٤ر٥ ٪
	٤٥٠ر٠٠٠			٩ر٨ ٪

* معدل العائد المستهدف :

يجب أن يكون المتوسط المرجح لتكلفة رأس المال ممثلا لأدنى معدل عائد بالنسبة لجميع قرارات الأجل الطويل • وقد لايكون استخدام معدل خصم واحد فى تحليل الاستثمار ملائما لجميع المشروعات موضع الاعتبار ، خاصة عند وجود درجات مختلفة من الخطر• وقد يكون أحد الحلول ترتيب المشروعات وفقا لدرجات الخطر : درجة عالية من الخطر ، أو درجة متوسطة من الخطر ، درجة منخفضة من الخطر • وفى اجراء التبادلات بين الخطر والعائد ، فان المشروعات عالية الخطر تتطلب عائدا أعلى من عائد المشروعات متوسطة الخطر ، كما أن الاخيرة تتطلب عائداً أعلى مما تحققه المشروعات منخفضة الخطر• ويجب أن تحقق توليفة المشروعات التى تؤخذ فى الاعتبار حدا أدنى لمعدل عائد يكون مساويا لمتوسط التكلفة المرجحة لرأس المال ، اذا كان للمنشأة أن تحقق أهدافها فى المحافظة على رأس المال بالاضافة الى معامل للنمو •

٤ـ بعض مشاكل تطبيق نماذج تقييم المشروعات :

٤ـ١ـ اختيار المدخل الملائم لتحليل التكاليف والمنافع :

٤ـ١ـ١ـ مدخل التكاليف الكلية والمنافع الكلية :

يعتبر مدخل التكاليف الكلية أكثر الطرق مرونة وانتشارا ، ونحن بسبيل تحليل صافي القيمة الحالية للمشروعات المتنافسة . ونحاول شرح هذا المدخل من خلال المثال التالي .

مثال : تقوم احدى الشركات بتشغيل قوارب نهرية . أصبحت حالة احداها سيئة ، ويمكن تجديده بتكلفة قدرها ٢٠٫٠٠٠ جنيه . وسوف يحتاج الامر الى اصلاحات أخرى للآلة بعد خمس سنوات من الآن بتكلفة ٨٠٠٠ جنيه ، وسوف يستخدم القارب لمدة عشر سنوات من الآن اذا تم هذا التجديد والاصلاح . وفي نهاية هذه الفترة فانه يتم تخريده وبيعه مقابل ٥٠٠٠ جنيه . وتبلغ قيمته خرده الآن ٧٠٠٠ جنيه . ويتطلب تشغيله ١٦٠٠٠ جنيه سنويا لكي يحقق ايرادات تبلغ ٢٥٠٠٠ جنيه .

أما البديل الثاني المتاح فهو شراء قارب جديد مقابل ٣٦٠٠٠ جنيه . وسوف تكون حياته الانتاجية ١٠ سنوات ، ولكنه سوف يحتاج الى اصلاحات بعد ٥ سنوات وتتكلف ٢٥٠٠ جنيه . وفي نهاية عشر سنوات تقدر قيمة الخردة بمبلغ ٥٠٠٠ جنيه . ويتطلب تشغيله ١٢٠٠٠ جنيه سنويا ، وتبلغ الايرادات ٢٥٠٠٠ جنيه سنويا . ويبلغ الحد الأدنى لمعدل العائد المطلوب ١٨ ٪ قبل الضرائب على كل المشروعات الاستثمارية .

فهل يجب أن تشتري الشركة القارب الجديد ، أم تقوم بتجديد القديم ؟

الحل : نقوم أولا باعداد التقديرات الخاصة بتدفقات كل من المشروعين :

	القارب الجديد	القارب القديم
	جـ	جـ
الايرادات السنوية	٢٥٠٠٠	٢٥٠٠٠
تكاليف التشغيل النقدية سنويا	١٢٠٠٠	١٦٠٠٠
صافي التدفقات النقدية الداخلة سنويا .	١٣٠٠٠	٩٠٠٠

العنصر	التدفق النقدى رقم السنة	المقدار	معامل الخصم على اساس ١٨٪	القيمة الحالية للتدفقات النقدية
شراء القارب الجديد :		جـ	جـ	جـ
الاستثمار المبدئى	الآن	(٣٦٠٠٠)	١٫٠٠٠	٣٦٠٠٠
اصلاح بعد ٥سنوات	٥	(٢٥٠٠)	٠٫٤٣٧	(١٠٩٣)
صافى تدفقات نقدية داخلة سنويا •	١ـ١٠	١٣٠٠٠	٤٫٤٩٤	٥٨٤٢٢
قيمة خردة القارب القديم	الآن	٧٠٠٠	١٫٠٠٠	٧٠٠٠
قيمة خردة القارب الجديد	١٠	٥٠٠٠	٠٫١٩١	٩٥٥
صافى القيمة الحالية				٢٩٢٨٤
الاحتفاظ بالقارب القديم :				
اصلاحات أوليـــة	الآن	(٢٠٠٠٠)	١٠٫٠٠٠	(٢٠٫٠٠٠)
اصلاحات بعد ٥سنوات	٥	٨٠٠٠)	٠٫٤٣٧	٣٤٩٦
صافى التدفقات النقدية الداخلة سنويا •	١ـ١٠	٩٠٠٠	٤٫٤٩٤	٤٠٤٤٦
قيمة خردة القارب القديم	١٠	٥٠٠٠	٠٫١٩١	٩٥٥
صافى القيمة الحاليـــة				١٧٩٠٥

صافى القيمة الحالية المضافة نتيجة شراء القارب الجديد =

٢٩٢٨٤ ـ ١٧٩٠٥ = ١١٣٧٩ جنيـه

ومن دراسة التحليل السابق نلاحظ مايلى :

(١) أن جميع التدفقات النقدية الداخلة والخارجة قد تضمنها التحليل فى ظل كل من البدائل ، ولم نبذل أى جهد فى محاولة فصل التدفقات الملائمة للقـــرار عن تلك الغير ملائمة• وعندما يتضمن التحليل كل التدفقات النقدية المرتبطـــة بكل بديل فاننا سوف نسميه مدخل التكاليف الكلية والمنافع الكلية •

(٢) لاحظ أن رقم صافى القيمةالحالية يحسب لكل من البديلين ، وهذه ميزة محددة للمدخل الكلى ، وبذلك يمكن مقارنة عدد غير محدود من البدائل لتحديد أيهما أكثر ربحية • فاذا كنا أجرينا مقارنة بين بديلين فى المثال السابق ، فانه يمكن أن تمتد الدراسة لجميع القوارب التى تمتلكها الشركة لحساب صافى القيمة الحالية لكل منهما، ومع ذلك يظل مجال المقارنةمفتوحا لاضافة بدائل أخرى •

وفى مجال مثالنا السابق ، لدينا بديلان وتوضح نتائج التحليل أن البديل الاكثر ربحية هو شراء القارب الجديد •

٤ـ١ـ٢ـ مدخل التغيرات فى التكاليف والمنافع :

حينما نأخذ فى الاعتبار بديلين ، فان مدخل تغيرات التكاليف والايرادات يقدم وسيلة أبسط ومباشرة لاتخاذ القرار• وعلى خلاف المدخل الكلى الذى ناقشناه فى النقطةالسابقة ، فان مدخل التغيرات يركز على الايرادات التفاضلية والتكاليف التفاضلية • وينطوى الاجراء على تحديد تلك الايرادات والتكاليف التى تختلف بين البديلين وتكون هى موضع الاعتبار ، ولذلك يتضمنها تحليل التدفقات النقدية • واذا طبقنا ذلك على البيانات الخاصة بالمثال السابق، يظهر تحليل التغيرات لاختيار المشروع كما يلى :

العناصر	التدفق النقدى رقم السنة	التدفق النقدى المقدار	معامل الخصم على أساس ١٨ ٪	القيمة الحالية للتدفقات النقدية
التغيرات فى الاستثمار:		جـ		جـ
شراء القارب الجديد	الآن	(١٦٠٠٠)	١	(١٦٠٠٠)
الوفر فى الاصلاحات	٥	٥٥٠٠	٠٫٤٣٧	٢٤٠٣
الزيادة فى صافى التدفقات النقدية السنوية	١ـ١٠	٤٠٠٠	٤٫٤٩٤	١٧٩٧٦
قيمة خردة القارب القديم	الآن	٧٠٠٠	١٫٠٠٠	٧٠٠٠
الفرق فى قيمةالخردة	١٠	٠٠		٠
صافى القيمةالحالية لقرار شراء القارب الجديد				١١٣٧٩

ونلاحظ مايلـــى :

١ـ يتساوى رقم صافى القيمة الحالية مع مثيلهالذى أظهره التحليل على أساس المدخل الكلى ، وعلينا أن نتوقع ذلك ، لأن المدخلين يمثلان طريقين مختلفين للوصول لنفس النتيجة ٠

٢ـ لاحظ أن عناصر الايرادات والتكاليف فى مدخل التغيرات هى عبارة عن الفـــروق الحسابية بين أرقام عناصر كل من البديلين ـ كما أوردها المدخل الكلى ٠ وعلى سبيل المثال : فان مبلغ ١٦٠٠٠ جنيه التى تمثل التغيرات فى الاستثمار هو الفرق بين ٣٦٠٠٠ جنيه ثمن شراء القارب الجديد ، ٢٠٠٠٠ جنيه تكاليف تجديد القارب القديم ٠ وقد تم حساب بقية العناصر بنفس الطريقة ٠

<u>٤ـ١ـ٣ـ مدخل التكلفة الأدنى :</u>

قد لاتتضمن بعض القرارات الايرادات بصورة مباشرة ، فاذا كانت احدى الشركات لاتقوم بتحميل العملاء قيمة خدمات تسليم البضاعة اليهم وأرادت استبدال احـــدى اللوريات ، أو منشأة أخرى ترغب فى استبدال سيارات مديريها ، فانها ســـوف تبحث عن البدائل الأقــل تكلفة ٠ وهذا المعيار لاتخاذ قرارات الاستثمار معروف فـــى مجال الاستثمار العام ٠ وعندما يستخدم مدخل التكاليف الكلية فان الاختيار يتنـــاول أقل التكاليف الكلية على أساس القيمة الحالية ٠ وفيما يلى مثال يوضح هذه الفكرة ٠

مثال : ترغب احدى الشركات فى استبدال آلة قديمة تستخدم فى تصنيع عـدد مـــن المنتجات ، وحاليا تباع فى السوق احدى الآلات التى تساعد بصورة كبيرة فى تخفيض التكاليف السنوية للتشغيل ٠ وفيما يلى البيانات المرتبطة بالآلة القديمة والآلـــة الجديدة :

	الآلة القديمة جـ	الآلة الجديدة جـ
تكلفة شراء الآلة الجديدة	٢٠,٠٠٠	٢٥,٠٠٠
قيمة الخردة الآن	٣٠٠٠	ـــ
تكاليف التشغيل السنوية	١٥٠٠٠	٩٠٠٠
تصليحات وتجديدات مطلوبة حالا	٤٠٠٠	ـــ
قيمة الخردة بعد ٦ سنوات	ـــ	٥٠٠٠
الحياة الانتاجية المقدرة	٦ سنوات	٦ سنوات

وتبلغ تكلفة رأس المال فى هذه الشـــركة ١٠٪

١ ـ التحليل على أساس مدخل التكاليف الكلية :

العناصر	التدفق النقدي السنة	المقدار ج	معامل الخصم على أساس ١٠٪	القيمة الحالية للتدفقات النقدية ج
شراء الآلة الجديدة :				
الاستثمار المبدئي	الآن	(٢٥ ٠٠٠)	١ر٠٠٠	(٢٥ ٠٠٠)
قيمة خردة الآلة القديمة	الآن	٣ ٠٠٠	١ر٠٠٠	٣ ٠٠٠
التكاليف النقدية السنوية	١ـ٦	٩ ٠٠٠	٤ر٣٥٥	(٣٩ر١٩٥)
قيمة خردة الآلة الجديدة	٦	٥ ٠٠٠	٠ر٥٦٤	٢ ٨٢٠
القيمة الحالية لصافي التدفقات النقدية الخارجية				(٥٧ ٣٧٥)
الاحتفاظ بالآلة القديمة :				
اصلاحات مطلوبة حالا	الآن	(٤ ٠٠٠)	١ر٠٠٠	(٤٠٠٠)
تكاليف التشغيل السنوية	١ـ٦	(١٥ ٠٠٠)	٤ر٣٥٥	(٦٥ ٣٢٥)
القيمة الحالية لصافي التدفقات النقدية الخارجية				(٦٩ ٣٢٥)

صافي القيمة الحالية لقرار شراء الآلة الجديدة

(٥٨٣٧٥) ـ (٦٩٣٢٥) = ١٠٩٥٠ جنيه

وكما يظهر نجد أن شراء الآلة الجديدة يؤدي لأدنى قيمة حالية للتكاليف الكلية ٠

٢ ـ التحليل على أساس مدخل تغيرات التكاليف :

التغير في الاستثمار نتيجة	السنة	المقدار	معامل الخصم	القيمة الحالية ج
شراء الآلة الجديدة :	الآن	(٢١٠٠٠)	١ر٠٠٠	(٢١٠٠٠)
قيمة خردة الآلة القديمة	الآن	٣٠٠٠	١ر٠٠٠	٣٠٠٠
وفورات تكاليف التشغيل النقدية السنوية	١ـ٦	٦٠٠٠	٤ر٣٥٥	٢٦١٣٠
الفرق في قيمة الخردة بعد ٦ سنوات	٦	٥٠٠٠	٠ر٥٦٤	٢٨٢٠
صافي القيمة الحالية نتيجة شراء الآلة الجديدة				١٠٩٥٠

وكما أوضحنا سابقا ، تعكس البيانات الموجودة في تحليل التغيرات الفروق بين البدائل كما تظهر في مدخل التكاليف الكلية ٠

٤ـ٢ـ مشاكل القيمة الدفترية وقيمة الخردة وأثر الضرائب :

لكى نشرح أثر الضرائب والقيمة الدفترية ، وقيمة الخردة للآلة الجديدة والقيمة البيعية للآلة القديمة ،نفترض المثال التالى :

الآلة الجديدة : التكلفة ١٨٠٠٠ جنيه ، العمر المقدر للآلة ١٠ سنوات ، قيمة الخردة ٤٠٠٠ جنيه ، الوفورات السنوية فى التكاليف قبل الضرائب ٤٠٠٠ جنيه،

الآلة القديمة: القيمة الدفترية ٣٠٠٠ جنيه، القيمة البيعية الآن ٢٠٠٠ جنيه، يمكن أن تستغل الآلة لخمس سنوات أخرى ، ولا يتوقع أى قيمة للخردة بعد ذلك. معدل الضرائب على الدخل ٥٠ ٪ وتطبق بالنسبة للارباح والخسائرالرأسمالية ٢٥٪.

حينما تكون القيمة البيعية للآلة ٢٠٠٠ جنيه ، فإنها سوف تباع بمبلغ ٢٠٠٠ جنيه ، ويصبح بذلك الاستثمار الأصلى للآلة الجديدة ١٦٠٠٠ جنيه (١٨٠٠٠ ــ ٢٠٠٠ جنيه) قبل أن نأخذ فى الاعتبار أثر الضريبة. وسوف يظهر أثر الضريبة لعملية البيع نتيجة وجود خسارة لعملية البيع قدرها ١٠٠٠ جنيه ، (الفرق بين القيمة الدفترية ٣٠٠٠ جنيه والقيمة البيعية ٢٠٠٠ جنيه). وتؤدى هذه الخسارة الى تخفيض مباشر لضريبة الدخل مساويا الخسارة مضروبة فى معدل الضريبة. ولذلك يكون الاثر الضريبى للخسارة توفير مبلغ : ١٠٠٠ x ٢٥٪ = ٢٥٠ جنيه. وسوف يصبح مقدار الاستثمار المبدئى فى الآلة :

	جـ	جـ
تكلفة الآلة الجديدة		١٨٠٠٠
ناقصا : القيمة البيعية للآلة القديمة	٢٠٠٠	
التخفيض الضريبى الناتج من خسارة بيع الآلة القديمة	٢٥٠	٢٢٥٠
الاستثمار فى الآلة الجديدة		١٥٧٥٠

وتتأثر الوفورات السنوية فى التكاليف أيضا نتيجة الضرائب ، ولكنها لاتمتد الى وفورات التكاليف قبل الاهلاك ، نظرا لأن الاهلاك من العناصر التى يسمح بخصمها ضرائبيا . ونظرا لأن تكلفة الآلة ١٨٠٠٠ جنيه ، وقيمة الخردة ٤٠٠٠ جنيه ، والعمر المقدر للآلة ١٠ سنوات فان قسط الاهلاك السنوى يبلغ ١٤٠٠ جنيه . ومن ناحية أخرى فان القيمة الدفترية للآلة القديمة ٣٠٠٠ جنيه ، ويمكن أن تعمل ٥ سنوات

أخرى ، وبذلك يكون قسط الاهلاك المقدر ٣٠٠٠ جنيه ÷ ٥ سنوات = ٦٠٠ جنيه٠ وهكذا نجد أن الأثر الضريبى للاهلاك يطبق بالنسبة للآلة القديمة والآلةالجديدة على السواء، والنتيجة أن يكون الفرق بين اهلاك الآلةالجديدة واهلاك الآلة القديمة هو الذى يستخدم فى قرار شراء الآلة الجديدة٠ ويساوى هذا الفرق :

١٤٠٠ جنيه ـ ٦٠٠ جنيه = ٨٠٠ جنيه ٠

ويظهر التحليل التالى الفروق المترتبةعلى قرار شراء الآلةالجديدة :

		ج
	الوفورات السنوية فى التكاليف قبل الاهلاك والضريبة	٤٠٠٠
ـ	الزيادة فى الاهلاك (١٤٠٠ ـ ٦٠٠)	٨٠٠
	الوفورات الخاضعة للضريبة	٣٢٠٠
	الضريبة على الدخل ٥٠٪ × ٣٢٠٠ =	١٦٠٠

وبذلك يكون صافى الوفر السنوى بعد الضريبة = ٤٠٠٠ ـ ١٦٠٠ = ٢٤٠٠ جنيه

وتختص العمليات السابقة بالخمس سنوات الأولى من حياة الآلةالجديدة، وبعد هذه الفترة فلن يكون هناك اهلاك بالنسبة للآلة القديمة٠ وتكون بيانات السنوات الخمس التالية كما يلى :

	ج
الوفورات السنوية فى التكاليف قبل الاهلاك والضريبة	٤٠٠٠
التغير فى الاهلاك ١٤٠٠ ـ ٠	١٤٠٠
الوفورات السنوية بعد خصم الاهلاك	٢٦٠٠
الضريبة بواقع ٥٠ ٪	١٣٠٠

وبذلك يكون صافى الوفر السنوى بعد الضريبة ٤٠٠٠ ـ ١٣٠٠ = ٢٧٠٠ جنيه

وكما ظهر لنا فان القيمة الدفترية للآلة القديمة لاتدخل فى التحليل بأى طريقة سوى دورها فى حساب الأثر الضريبى للخسارة المترتبةعلى بيع الآلةالقديمة، وأيضا عند تحديد اهلاك الآلةالقديمة ٠

أثر ترحيل الخسائر : قد يتم ترحيل الخسائر لاغراض احتساب الضريبةعلى الدخل، وفى هذه الحالة يمكن الافادة من الوفر الضريبى، فاذا كان استثمار مايحقق خسارة

مقدارها ٢٠٠٠ جنيه بينما تحقق المنشأة ككل أرباحا قدرها ٢٠٠٠٠ر٢٠ جنيه فانـــه لأغراض حساب الضريبةيكون المبلغ الخاضع للضريبة ١٨٠٠٠ جنيه فقط ٠

مثال : يبلغ الاستثمار المبدئى فى المشروع ٩٠٠٠ جنيه ولا يحقق منافع خلال السنة الأولى ، بينما تتحقق ايرادات نقدية قدرها ٨٠٠٠ جنيه خلال كل من السنتيـــــن الثانية والثالثة ٠ افترض القسط الثابت فى حساب الاهلاك لاغراض الضريبة التى يبلـــغ سعرها ٤٠ ٪ ٠ والمطلوب : تحديد صافى القيمةالحالية بافتراض أن سعر الخصم ١٠٪

الحـــل :

	جـ (١)	جـ (٢)	جـ (٣)
الايرادات	ـــ	٨٠٠٠	٨٠٠٠
الاهـــلاك	٣٠٠٠	٣٠٠٠	٣٠٠٠
الدخل الخاضع للضريبة	(٣٠٠٠)	٥٠٠٠	٥٠٠٠
الضريبة (المسددة) أو المستردة	١٢٠٠	(٢٠٠٠)	(٢٠٠٠)

التدفقات النقديةالداخلة بعد الضريبة :

	جـ	جـ	جـ
الايرادات	٠٠	٨٠٠٠	٨٠٠٠
الضريبـــة	١٢٠٠	(٢٠٠٠)	(٢٠٠٠)
التدفقات النقدية بعد الضريبة	١٢٠٠	٦٠٠٠	٦٠٠٠

القيمة الحالية للتدفقات النقديةالخارجة = (٩٠٠٠) × ١ = جـ (٩٠٠٠)

" " " " الداخلة=

السنةالاولى = ١٢٠٠ × ٩٠٩ر٠ = ١٠٩١

السنةالثانية = ٦٠٠٠ × ٨٢٦ر٠ = ٤٩٥٦

السنةالثالثة = ٦٠٠٠ × ٧٥١ر٠ = ٤٥٠٦

١٠٥٥٣

∴ صافى القيمةالحالية = ١٠٥٥٣ ـ ٩٠٠٠ = ١٥٥٣ جنيه

ويتضح لنا أنه تحقق وفر ضريبى فى السنةالأولى ، وذلك نتيجةالسماح بخصـــــم الخسائر المترتبةعلى المشروع من أرباح المنشأة ككل عن السنة ، وهذا الترحيل للخسائر

تم خلال نفس السنة ، اما اذا تم الترحيل للسنة التالية فمعنى ذلك أن تصبح :أربـــاح السنة الثانية الخاضعة للضريبة=٥٠٠٠ ـ ٣٠٠٠ = ٢٠٠٠ جنيه ، وبالتالى تسـدد ضريبة مقدارها ٨٠٠ جنيه فقط (٤٠٪ × ٢٠٠٠) • ويترتب على ذلك نقص فى صافى القيمة الحالية نتيجة تأخر تدفـق المـيزة الضريبية المترتبة على الخسارة •

٤ـ٣ـ قرارات الاستثمار وقرارات التمويل :

من العوامل الهامة فى تقييم اقتراحات الاستثمار أن نفصل بين قرارات الاستثمـار وقرارات التمويل • واذا لم يتم ذلك ، فقد تختار الادارة نوعا مكلفا من التمويل ، أوأنها قد تقبل المشروعات التى لاتقابل معايير الاستثمار التى تطبقها المنشأة • وعادة مايكون هذا الوضع موجودا حينما تقوم المنشأة بتقييم اقتراح ايجار طويل الأجل (يكون فى هيئة الشراء أو الاستئجار)، بينما هو فى الواقع يتضمن قرارين مستقلين :

١ـ قبول أو رفض المشروع الاستثمارى •
٢ـ تمويل الاقتراحات المقبولة ، اما باستخدام الأموال المتولدة داخليا ، أو اصدار أسهم رأس مال ، أو قروض طويلة الأجل أو الاستئجار •

مثال : تقوم احدى الشركات بتقييم اقتراح استثمارى يتطلب استثمارا مبدئيا بمبلـــغ ٦٠٫٠٠٠ جنيه ، ويقدم تدفقات نقدية ٣٥٠٠٠ جنيه فى نهاية كل من السنوات الأربـع التالية • وتبلغ تكلفة رأس المال فى الشركة ١٨ ٪ • ويتحدد صافى القيمة الحاليـــة للمشروع كما يلى :

التدفقات الداخلية = ٣٥٠٠٠ × ٢٫٦٩٠١ =	٩٤١٥٣٫٥
الاستثمار المبدئى	٦٠٠٠٠
صافى القيمة الحالية	٣٤١٥٣٫٥

وتبعا لهذا التحليل يكون المشروع مقبولا •

وقبل أن تقوم المنشأة بانفاق الأموال ، قدم أحد ممثلى شركة أخرى عرضا للشـــركة الحالية ، يقدم بموجبه كل الامكانيات الضرورية عن طريق الايجار لمدة أربعة سنوات نظير ايجار سنوى قدره ٢٠٫٠٠٠ جنيه يسدد فى نهاية كل سنة •

ويمكن أن تحدد مزايا الاستئجار على أساس العرض المقدم كما يلى :

	جـ
التدفقات النقديةالسنوية قبل سداد الايجار	٣٥٫٠٠٠
ناقصا — مدفوعات الايجار	٢٠٫٠٠٠
التدفقات النقدية السنوية بعد سداد الايجار	١٥٫٠٠٠
معامل القيمةالحاليةعلى أساس : (٤ سنوات ، ١٨٪)	٢٫٦٩٠١
صافي القيمة الحالية	٤٠ ٣٥٢

مزايا الاستئجار = ٤٠٣٥٢ — ٣٤١٥٣٫٥ = ٦١٥٨٫٥ جنيـه

ويتضح أن قرار التأجير أفضل من قرار الشراء • على أن هذه ليست هى المقارنة الصحيحة • فالايجار هو شكل من أشكال التمويل ، ويجب أن يقارن بالاقتراحات مثل الاقتراض أو اصدار السندات • ويزيد صافى القيمةالحالية لقرار التأجير عن صافى القيمة الحالية لقرار الشراء ، ويرجع ذلك الى أن معدل الفائدة الذى يتضمنه قرار التأجير أقل من معدل الخصم الذى تطبقه المنشأة • فبينما يبلغ سعر الخصم ١٨٪ ، فان سعر الفائدة الذى ينطوى عليه الايجار يبلغ ١٢٪ : (من الجداول نجد أن فى صف ٤ سنوات يظهـر رقم المعامل ٣ تحت المعدل ١٢٪ وهذا يعنى أن سعر الفائدة ١٢٪•)

وبعد أن تقرر الادارة قبول المشروع ، فيجب أن تأخذ التمويل فى الاعتبار • ومعدل الفائدة الذى يظهره الايجار يجب أن يقارن بتكلفةالتمويل للبدائل الأخرى • فاذا كانت الشركة يمكن أن تقترض من البنك بسعر فائدة ١٠٪ فان هذا البديل يكون مفضلا على التأجير • ويجب أن لا يتضمن التحليل المبدئى لاقتراحات الاستثمار هذا التحليل •

التحليل مع أخذ الضرائب فى الاعتبار :

اذا استخدم الائتمان لتمويل المشروعات المقبولة مسبقا ، فيجب أن يتم تحديد أفضل اشكال الائتمان • وبدون أن نأخذ الضرائب فى الاعتبار ، يكون القرار سهلا حيث يتم اختيار البديل الذى يتضمن أدنى سعر فائدة • اذا كانت معدلات الفائدة على الاقتراض والتأجير متساوية يكون سواء لدى الادارة اختيار الاقتراض أو التأجير • ومن ناحية أخرى ، فانه فى حالة وجود الضرائب على الدخل يصبح الاقتراض مفضلا على الايجار حتى اذا كان معدل الفائدة على الاقتراض يزيد على معدل الفائدة فى حالة الايجار • ويحدث ذلك بسبب توقيت ومقدار مدفوعات الضرائب • لأن الشراء والاقتراض يسمح بتأجيل

مدفوعات الضرائب خلال تطبيق نظام الاهلاك المعجل • ولكن اذا تم الايجار، فانه يمكن خصم مدفوعات الايجار فقط لاغراض الضرائب •

مثال : افترض أن الشركة التى تناولناها فى المثال السابق قد قامت بتقييم واعتماد اقتراح الاستثمار، مع افتراض أن معدل ضريبة الدخل ٤٠ ٪، وأن الاهلاك يحتسب على أساس جزء من مجموع أرقام السنوات، وأن تكلفة رأس المال - بعد الضريبة ١٨٪ وسوف يتم تمويل المشروع اما عن طريق الايجار، أو الاقتراض بفائدة سنوية ١٤٪ • وفى ظل الاقتراض فان أصل القرض سيتم سداده على أربعة أقساط كل منها ١٥٠٠٠ جنيه وتسدد فى نهاية كل سنة • كما يتم سداد الفائدة على الأصل غير المسدد فى نهاية السنة أيضا • وفيما يلى نوضح القيمة الحالية لبديلى التأجير والاقتراض •

أ • حالة الاستئجار من الغير :

	السنوات (١) - (٤) ج
التدفقات النقدية السنوية قبل سداد الايجار والضرائب	٣٥٠٠٠
ناقصا - مدفوعات الايجار	(٢٠،٠٠٠)
التدفقات النقدية السنوية قبل الضرائب	١٥٠٠٠
الضرائب بواقع ٤٠ ٪	(٦٠٠٠)
التدفقات النقدية بعد الضرائب	٩٠٠٠
× معامل القيمة الحالية (٤ سنوات، ١٨ ٪)	٢٫٦٩٠١
صافى القيمة الحالية فى حالة الاستئجار	٢٤٢١١

ب • حالة الاقتراض :

	صفر ج	(١) ج	(٢) ج	(٣) ج	(٤) ج
التدفقات النقدية قبل سداد الفوائد وأصل القروض والضرائب -		٣٥٠٠٠	٣٥٠٠٠	٣٥٠٠٠	٣٥٠٠٠
الفائدة ١٤٪ من رصيد أصل القرض		(٨٤٠٠)	(٦٣٠٠)	(٤٢٠٠)	(٢١٠٠)
التدفقات النقدية قبل سداد أصل القروض، والضرائب		٢٦٦٠٠	٢٨٧٠٠	٣٠٨٠٠	٣٢٩٠٠
ناقصا : سداد أصل القرض		(١٥٠٠٠)	(١٥٠٠٠)	(١٥٠٠٠)	(١٥٠٠٠)
* الضرائب [1]		(١٠٤٠)	(٤٢٨٠)	(٧٥٢٠)	(١٠٧٦٠)
صافى التدفقات النقدية		١٠٥٦٠	٩٤٢٠	٨٢٨٠	٧١٤٠
معامل القيمة الحالية (١٨٪)		٠٫٨٤٧٥	٠٫٧١٨٢	٠٫٦٠٨٦	٠٫٥١٥٨
صافى القيمة الحالية	٢٤٤٣٧	٨٩٥٠	٦٧٦٥	٥٠٣٩	٣٦٨٣

(ا) الضرائب .

	السنوات (١)	(٢)	(٣)	(٤)
التدفقات النقدية قبل سداد أصل القرض وضرائب الدخل	٢٦٦٠٠	٢٨٧٠٠	٣٠٨٠٠	٣٢٩٠٠
الاهلاك على أساس جزء من مجموع أرقام السنوات	٢٤٠٠٠	١٨٠٠٠	١٢٠٠٠	٦٠٠٠
الدخل الخاضع للضريبة	٢٦٠٠	١٠٧٠٠	١٨٨٠٠	٢٦٩٠٠
ضريبة الدخل بمعدل ٤٠ ٪	١٠٤٠	٤٢٨٠	٧٥٢٠	١٠٧٦٠

ويظهر لنا الآن ، أن الاقتراض أفضل من التأجير حتى مع أن مجموع المدفوعات في حالة الاقتراض ٨١٠٠٠ جنيه (أصل القرض وفوائده) يزيد على مجموع المدفوعات في حالة التأجير ٨٠٠٠٠ جنيه (٤ سنوات × ٢٠٠٠٠ جنيه) . ويمثل ذلك انعكاسا لتوقيت وحجم مدفوعات الضرائب ، والتي بدورها تتأثر بكبر مدفوعات الفوائد ومصروفات الاهلاك في السنوات الأولى .

وبينما أظهرنا عن قصد — في المثال السابق — أن الاقتراض كان أفضل من الاستئجار ، فان هناك حالات كثيرة يكون فيها الاستئجار أفضل من الشراء والاقتراض أو الشراء بدون تمويل عن طريق الائتمان . فقد يكون سعر الفائدة الذى ينطوى عليه التأجير منخفضا بدرجة جوهرية عما يتاح وفقا لأى بديل آخر . فقد يقدم المؤجر خدمات صيانة بجودة مرتفعة وتكلفة أقل لاقتصاديات الحجم التى يفيد منها .

٤—٤— الاستثمارات المتعارضة واختلاف النماذج في ترتيب المشروعات :

تؤدى نماذج صافى القيمة الحالية ومعدل العائد الداخلى الى قبول أو رفض مشروعات معينة حينما تستخدم لتقييم المشروعات المستقلة . وفى حالات أخرى نواجه بالاختيار بين المشروعات المتعارضة أو اتخاذ القرارات لترشيد رأس المال .

ويقال عن مشروعين أنهما متعارضان اذا كان قبول واحد منهما يترتب عليه رفض الآخر تلقائيا . والمشكلة هى اختيار أفضلهما أو اختيار أكثر من مشروع اذا تعددت الاختيارات وكانت كل الاقتراحات تحقق المعيار الموضوع للاستثمار . وعلى سبيل المثال ، افترض أن احدى الاقسام تدرس شراء آلة رافعة بمخزنها . يوجد العديد من النماذج

المتاحة ، ويظهر التحليل المستقل لأى منها أن الاستثمار مقبول ، غير أنها تحتاج لواحد فقط • ومن ناحية أخرى لو قمنا بترتيب هذه الاقتراحات على أساس صافى القيمة الحالية ، ومعدل العائد الداخلى فقد يوجد تعارض بين النتائج • ويرد هذا التعارض الى اختلافين اساسيين بين نموذج صافى القيمة الحالية ونموذج معدل العائد الداخلى فى ترتيب الاستثمارات المتعارضة :

(١) يبرز نموذج صافى القيمة الحالية الاعتبار الواضح لحجم الاستثمار ، بينما لايتحقق ذلك عن طريق معدل العائد الداخلى •

(٢) تفترض نماذج صافى القيمة الحالية أن كل التدفقات النقدية اللاحقة يعاد استثمارها بمعدل الخصم • بينما يفترض معدل العائد الداخلى أن كل التدفقات النقدية اللاحقة يعاد استثمارها بمعدل العائد الداخلى للمشروع •

وفيما يلى مناقشة لبعض الجوانب المرتبطة بالاستثمارات المتعارضة، واختلاف ترتيب المشروعات وفقا للنماذج المختلفة •

* حجم الاستثمار :

تدرس احدى المنشآت اختيار واحد من مشروعين متعارضين ،وتبلغ تكلفة رأس المال بها ١٢٪ وفيما يلى بيانات المشروعين :

المشروع	الاستثمار المبدئى	صافى التدفقات النقدية
أ	١٠٠٫٠٠٠	٤٠٫٠٠٠ جنيه سنويا لمدة ٤ سنوات
ب	٢٨٠٫٠٠٠	١٠٠٫٠٠٠ جنيه " " ٥ سنوات

	معدل العائد الداخلى		صافى القيمة الحالية(د = ١٢٪)	
	المعدل	الترتيب	المقدار	الترتيب
أ	٢٢٪	الاول	٢١ ٤٩٦	الثانى
ب	١٦٪	الثانى	٢٣ ٧٤٠	الاول

نجد أن معدل العائد الداخلى للمشروعين يفوق معدل القطع ، كما أن صافى القيمة الحالية للمشروعين موجبا عند معدل الخصم• فاذا كان مستقلين فان كلا منهما يكون مقبولا ،ولكنهما متعارضان • وبينما تكون ترتيب (أ) الأول على أساس معدل العائد ، فان ترتيبه يكون الثانى على أساس صافى القيمة الحالية • فأيهما تختار ؟

فى هذه الحالة اذا كانت التكلفة الحقيقية لرأس المال ١٢٪ فاننا سوف نختار (ب) . حيث يترتب على اختيار المشروع (أ) ترك مبلغ ١٨٠٫٠٠٠ جنيه متاحة للاستثمار فى أى مجال آخر . وافتراض أن هذه الأموال يمكن أن تحقق ١٢٪ فقط كعائد فان صافى القيمة الحالية لها يكون صفرا .

* فترة حياة الاستثمار :

افترض أن تكلفة رأس المال فى احدى المنشآت ١٢٪ وأنها تدرس الاختيار بين مشروعين متعارضين فيما يلى بياناتهما :

المشروع :	الاستثمار المبدئى جـ	صافى التدفقات النقدية فى السنة : (١)	(٢)	(٣)	(٤)
جـ	١٠٠٫٠٠٠	١٢٠٫٠٠٠	—	—	—
د	١٠٠٫٠٠٠	—	٥٠٫٠٠٠	٥٠٫٠٠٠	٥٠٫٠٠٠

المشروع	معدل العائد الداخلى: المعدل	الترتيب	صافى القيمة الحالية: المقدار جـ	الترتيب
جـ	٢٠٪	الأول	٧١٣٦	الثانى
د	١٤٪	الثانى	٧٢٢٣	الأول

مرة أخرى، لو أن المشروعين مستقلان لتم قبولهما أيا كان النموذج الذى نستخدمه فى التقييم، غير أنهما متعارضان . وطبقا لمعدل العائد الداخلى يعتبر المشروع (جـ) هو الأول ، بينما طبقا لصافى القيمة الحالية يعتبر المشروع (د) هو الأول .

ويتوقف القبول النسبى لهذين المشروعين على كيفية استخدام التدفقات النقدية اللاحقة التى سوف يحققانها . يفترض معدل العائد أنه سوف يعاد استثمارها بمعدل العائد الداخلى للمشروع . بينما يفترض نموذج صافى القيمة الحالية أنه سوف يعاد استثمارها بمعدل الخصم . واذا ظلت تكلفة الفرصة البديلة لرأس المال كما هى ١٢٪ خلال حياة كلا المشروعين فسوف يتم اختيار المشروع (د)، لأن اختيار (جـ) سوف يقدم ١٢٠٫٠٠٠ جنيه للاستثمارات الاخرى فى نهاية السنة الأولى ، واذا كانت هذه الاستثمارات يمكن أن تحقق عائد قدره ١٢ ٪ فقط فان صافى القيمة الحالية لها تساوى صفر .

* الاختيار من بين المشروعات المقبولة :

يتم هذا الاختيار حيثما تكون الأموال المطلوبة للمشروعات التى تقابل معيـــار الاستثمار فى المنشأة تزيد على مجموع الأموال المتاحة للاستثمار ٠ ومن الناحية النظرية لا يجب أن يتم هذا الاختيار ، فاذا كانت المنشأة لا تستطيع الحصول على أموال كافية لتمويل كل المشروعات المقبولة عند معدل الخصم السائد أو معدل القطع فان ذلـــك يعنى أن المعدل منخفض جدا ٠ ومن الناحية العملية فان عملية الاختيار هذه تكون نتيجة لقرارات ادارية قد تهدف الى زيادة الاعتمادات للموازنات النقديرية الرأسمالية الحالية ٠

وتشبه المشاكل التى تترتب على ضرورة الاختيار بين المشروعات المقبولة المشاكـــل السابقة فى المشروعات المتعارضة ٠ فيجب على الادارة أن تختار أفضل الاقتراحات مـن تلك المجموعة التى تفـى بمعيار الحد الأدنى للعائد على الاستثمار فى المنشأة ٠ وتوجد ثلاثة طرق لاجراء هذه الاختيارات :

١ ـ ترتيب المشروعات واختيار المشروعات المقبولة الأفضل فالتى تليها حتى تستنفـــد الاعتمادات ٠ ٢ ـ طريقة التجربة والخطأ ٣ ـ استخدام أساليب البرمجة ٠

طريقة المشروعات على أساس ربحيتها :

مثال : تبلغ الأموال المتاحة للاستثمار فى احدى الشركات ٠٠٠ر٤٠٠ جنيه كحد أقصى للاستثمار خلال عام ١٩٨٢ ٠ ولقد تم تحديد ستة مشروعات استثمارية تتطلب ٧٨٢٠٠٠ جنيه، وجميعها تحقق عائد يزيد على العائد الأول الذى تقرره الشركة وهو ١٢٪ ٠

وفيما يلى بيان بهذه المشروعات :

بيــــان	المشـــروعـــات					
	(أ) جـ	(ب) جـ	(جـ) جـ	(د) جـ	(هـ) جـ	(و) جـ
الاستثمار المبدئى	(٦٠٠٠٠)	(٢٥٠٠٠٠)	(١٥٠٠٠٠)	(٧٢٠٠٠)	(٥٠٠٠٠)	(٢٠٠٠٠٠)
المنافع النقدية سنويا	٣٩٠٠٠	٥٠٠٠٠	٢٧٥٠٠	٢٥٠٠٠	٢٥٠٠٠	٣٠٠٠٠
الحياة المقدرة	٢	١١	٨	١٤	٣	١٩
صافى القيمة الحالية	٥٩١٤	٤٦٨٥	٣٥٢٨٥	٧٥٣٨	١٠٠٤٥	٢٠٩٧٤
معدل المنفعة/التكلفة	١٫٩٨٦	١٫١٨٧٥	١٫٢٤١٩	١٫١٠٤٧	١٫٢٠٠٩	١٫١٠٤٨
معدل العائد الداخلى	٠٫٢٠	٠٫١٦	٠٫١٨	٠٫١٤	٠٫٢٢	٠٫١٤

وفيما يلى يظهر ترتيب المشروعات وفقا للنماذج المختلفة :

* الترتيب على أساس معدل العائد الداخلى :

المشروع	معدل العائد الداخلــى	الاستثمار جـ	الاستثمار الكلى جـ	صافى القيمةالحالية جـ
هـ	٢٢ر٠	٥٠،٠٠٠	٥٠،٠٠٠	١٠،٠٤٥
أ	٢٠ر٠	٦٠،٠٠٠	١١٠،٠٠٠	٥،٩١٤
جـ	١٨ر٠	١٥٠،٠٠٠	٢٦٠،٠٠٠	٣٥،٢٨٥
د	١٤ر٠	٧٢،٠٠٠	٣٣٢،٠٠٠	٧،٥٣٨
الرصيد	١٢ر٠	٦٨،٠٠٠	٤٠٠،٠٠٠	صفــر
	مجموع صافى القيم الحالية للمشروعات المختارة			٥٨،٧٨٢

(رفض (ب)، (و) لانهما يتطلبان استثمارا كبيرا يفوق الاموال المتاحة الباقية بعد اختيار المشروعات الأكثر منها ربحية) ٠

* الترتيب على أساس معدل المنفعة/التكلفة :

المشروع	معدل المنفعة/ التكلفــة	الاســتثمار جـ	الاستثمار الكلى جـ	صافى القيمة الحالية جـ
جـ	١،٢٣٥٢	١٥٠،٠٠٠	١٥٠،٠٠٠	٣٥،٢٨٥
هـ	١،٢٠٠٩	٥٠،٠٠٠	٢٠٠،٠٠٠	١٠،٠٤٥
و	١،١٠٤٨	٢٠٠،٠٠٠	٤٠٠،٠٠٠	٢٠،٩٧٤
	مجموع صافى القيم الحالية للمشروعات المختارة			٦٦،٣٠٤

(رفض المشروع (ب) لأنه يتطلب استثمارا كبيرا يفوق الأموال المتاحة والباقية بعد تمويل المشروعات الأكثر منه ربحية) ٠

ويرد اختلاف ترتيب المشروعات على أساس معدل العائد الداخلى وصافى القيمة الحالية الى فروض اعادة الاستثمار الخاصة بكل منهما والتى سبق مناقشتها ٠ ويوافق الترتيب وفقا لمعدل العائد الداخلى المشروعات قصيرة الأجل ومرتفعة العائد مثل (هـ)، (أ) أكثر من موافقته المشروعات طويلة الأجل ومنخفضة العائد مثل (و) ٠ واذا كانت اعادة الاستثمار سوف تتم على أساس معدل الخصم أو القطع يفضل معدل المنفعة/التكلفة ٠ وعلى أية حال فان هذا الافتراض سيكون موضع تساؤل اذا استمر اختيار المشروعات الممكنة فى المستقبل ٠ ولا يأخذ أى من معدل العائد أو معدل المنفعة / التكلفة حجم الاستثمار عند عملية ترتيب البدائل ٠

٥ ــ نماذج أخرى لتقييم المشروعات :

ناقشنا فى الاجزاء السابقة طرق تقييم المشروعات والتى خضعت جميعها لقاعدة واحدة للقرار تتمثل فى زيادة التدفقات النقدية الداخلة على التدفقات النقدية الخارجة. وقد أخذ بعض هذه الطرق بالتدفقات المخصومة ، بينما قام البعض الآخر على أساس القيم الأصلية للتدفقات . ولكننا لانبعد عن الواقع اذا قلنا أن جميع الطرق السابقة استمدت قاعدة القرار من ربحية الاستثمار ، وعلى هذا يمكن القول أن الطرق السابقة قد أخذت بمعيار واحد للمفاضلة هو ربحية المشروع. وعندما نأخذ فى الاعتبار مجموعة من الأهداف المختلفة يقام من أجلها المشروع، ومن بينها يوجد هدف الربحية فاننا نكون فى حاجة الى البحث عن أساليب اضافية تساعد فى عملية التقييم من أجل اختيار أفضل . ومن ناحية أخرى ، قد تقام بعض المشروعات لتحقيق أهداف بخلاف الربحية ، وبعضها لا يحقق منافع مباشرة فى صورة تدفقات نقدية . ويتضمن هذا الجزء بعض النماذج التى تساعد فى وضع معايير متعددة للاختيار حينما لا يكون هدف الربحية هو الوحيد أو حينما يكون ضمن مجموعة أخرى من الأهداف فتتضاءل أهميته النسبية فى تحديد القيمة الكلية لمساهمة المشروع فى تحقيق هذه الأهداف (١).

٥ــ١ــ درجة تحقيق المعايير أو الوفاء بالاحتياجات :

يتم تحديد المعايير أو الاحتياجات الواجب توافرها فى المشروع ، وهذه تتوقف على الغرض من المشروع . ثم تحدد مستويات تمثل درجات تحقيق هذه المعايير وعلى سبيل المثال ، فالاداء الممتاز يمثل درجة عالية ، والأداء الأقل من العادى يمثل درجة منخفضة .. وهكذا .

ويمثل الجدول التالى مقارنة بين المشروعين (س)، (ص) من حيث مدى مقابلتهما لخمسة من المعايير الواجب توافرها ، وعلى أساس ثلاثة درجات تعبر كل منها عن مستوى معين من الاداء .

---

(١) لمزيد من الاطلاع يمكن الرجوع الى الفصل الثالث ، والفصل التاسع من :
Wm.E.Souder, op.cit.

مقارنة بين المشروعين (س) ، (ص)

المعايير أو الاحتياجات	درجة مقابلة المعايير عالية	متوسطة	منخفضة
• الثقة	س		ص
• الصيانة	ص	س	
• الأمان		س	ص
• فاعلية التكلفة	س	ص	
• الحياة الانتاجية	س		ص

يتضح أن المشروع (ص) يفوق المشروع (س) فى كل المعايير ، غير أن المشروع (س) يتفوق على المشروع (ص) فى معيار واحد هو الصيانة • ويظهر أن هذه المقارنة لا تعطى معلومات عن امكانية اجراء تبادلات بين قيم المعايير • وعلى سبيل المثال ، فنحن لا يمكننا معرفة هل تفوق المشروع (ص) فى الثقة، وفاعلية التكلفة ، والحياة الانتاجية يمكن أن يعوض تفوق المشروع (س) عليه فى مقابلة معيار الصيانة أم لا؟ • ويترك الامر لمتخذ القرار الذى يجرى تقييم المبادلات • وتفيد هذه الطريقة حينما لا تكون المشروعات واضحة تماما أو أن هناك قصور فى المعلومات المطلوبة • وتفيد بدرجة كبيرة فى مشروعات الابحاث ونظرا لانها تعتمد على الحكم الشخصى ، فيجب أن يحدد المدى " عالى " ، " متوسط "، "منخفض" بدقة وعناية •

٥ — ٢ — قوائم الاختبار على أساس المستويات ومجموع النقط :

يفترض فى هذا النموذج أن يكون متخذ القرار قادرا على التفرقة بين مستويات محددة فى المعايير أو الاحتياجات المطلوبة • ويتم تقييم كل مشروع وتعيين مستوى المعيار على أساس كل من الاحتياجات المطلوب توافرها • ويمكن تحديد هذه المستويات على أساس ترجمة التقييم الى أرقام عددية • وتكون نتيجة تقييم المشروع ملخصة فى رقم يمثل مجموع الارقام العددية (النقط) التى توضح مستويات مقابلة المشروع للمعايير المختلفة ، وتعتبر هذه الطريقة تحسينا للطريقة السابقة •

ويتم تحليل الانجازات المستهدفة والمشروعات التى يتم مقارنتها باستخدام المديات

الكلية · وعلى سبيل المثال ، فان مدى كلى + ٢ أو أكثر قد يعين على أنه نقطة قطـع للمشروعات المقبولة · ويمكن تبويب المشروعات بتحديد المدى الكلى على أساس مديـات بين نقطتين فالمشروع (ل 〉 + ٣) هو مشروع له أولوية كبيرة، المشروع (+ ٣ 〉 ل 〉 + ١) له أولوية متوسطة وهكذا · وفيما يلى مثال لقائمة اختيار لثلاثة مشروعات :

	المجموع الكلى للمستويات	مستويات مقابلة المعايير (النقط)[1] ـ٢	ـ١	·	+ ١	+ ٢
المشروع (ل):	+ ٥					
الثقـة						/
الصيانـة				/		
الامـان				/		
فاعلية التكلفة						/
الحياة الانتاجية					/	
المشروع (م):	ـ٢					
الثقـة		/				
الصيانـة						/
الأمـان			/			
فاعلية التكلفة				/		
الحياة الانتاجية			/			
المشروع (ن) :	+ ٥					
الثقـة						/
الصيانـة						/
الأمـان		/		/		
فاعلية التكلفة				/		
الحياة الانتاجية						

ويلاحظ أن قوائم الاختيار قد لاتعكس ـ بدرجة صحيحة ـ المبادلات بين الاحتياجات أو المعايير الموضوعة · وعلى سبيل المثال : المشروع (ل)، المشروع (ن) لهما نفـس ـ

---

(١) أفضل أداء ممكن = + ٢، أداء فوق المتوسط = + ١، أداء متوسط = صفـر
أداء أقل من المتوسط = ـ١ ، أداء ممكن = ـ٢ ·
وسوف نطلق عليها النقط فزيادة النقط تعنى اتجاها نحو مستويات أفضل والعكس·

- المجموع الكلى للمستويات (+ ٥) ، ومع ذلك يكون من الصعب أن نقبل المشروع (ن) ونرفض المشروع (ل) باعتبارهما متساويين • وسوف يكون هذان المشروعات متساويين فقط عندما تكون المستويات فوق المتوسط لفاعلية التكلفة والحياة الانتاجية تعوض عن المستويات الأقل من المتوسط للأمان • واذا كان متخذ القرار يرغب فى مقارنة المشروعات على أساس المجموع الكلى لمستويات المعايير التى تحققها المشروعات المختلفة ، وأنه يجب أن يستخدم نموذج آخر يأخذ فى الاعتبار هذه الأنواع من التبادلات •

٥—٣— معايير الاختيار المرجحة بالأوزان :

تستخدم هذه الطريقة عنصرين : مستويات معايير الاختيار (النقط)، الأوزان الترجيحية التى تمثل أهمية كل معيار • وبالتالى يمكن ترتيب المشروعات على أساس القيم الكلية المرجحة لمستويات المعايير •

وفى المثال السابق ، أعطيت أوزان تعبر عن الأهمية لكل من الاحتياجات كما يلى: الثقة ٤، الصيانة ٢ ، الأمان ٣، فاعلية التكلفة ٥، الحياة الانتاجية ١، كما حددت مستويات تتراوح من ٥ التى تعبر عن أداء ممتاز، الى ١ التى تعبر عن أداء ضعيف • ويظهر الجدول التالى المعلومات الناتجة •

المشروع (ل):	الوزن المرجح للمعيار	مستوى مقابلة المعيار (درجة)	المستوى المرجح
الثقة	٤	٥	٢٠
الصيانة	٢	٣	٦
الامان	٣	٣	٩
فاعلية التكلفة	٥	٥	٢٥
الحياة الانتاجية	١	٤	٤
			٦٤
المشروع (م):			
الثقة	٤	١	٤
الصيانة	٢	٥	١٠
الأمان	٣	٢	٦
فاعلية التكلفة	٥	٣	١٥
الحياة الانتاجية	١	٢	٢
			٣٧

	الوزن المرجح للمعيار	مستوى مقابلة المعيار (درجة)	المستوى المرجح
المشروع (ن):			
الثقــــة	٤	٥	٢٠
الصيانــة	٢	٥	١٠
الامــان	٣	٢	٦
فاعلية التكلفــــة	٥	٤	٢٠
الحياة الانتــاجيــة	١	٤	٤
			٦٠

ويظهر لنا واضحا أثر الأوزان عند ما نقارن النتائج فى هذا الجدول مع الجدول السـابق . وفى كلا الجدولين نفس المعلومات عن مستويات المعايير التى تحققها المشروعات غير أن الفروق هو نتيجة تحويل فى المدى ، حيث أن كل مستوى معيار فى الجدول الحالـى يزيد + ٣ عن مثيله فى الجدول السابق ٠ ولقد أظهرت الاوزان أن المشروعين (ل)، (ن) مختلفان ٠ وتعبر الطريقة التى تقوم على الأوزان أكثر دقة لانها تأخذ فى الاعتبـــار المتبادلات بين المعايير ، والتى تحددها أوزان المعايير ٠

وفى الاعداد لمثل هذه الطريقة فان المعايير أو أبعاد الأداء يجب أن يتم اختيـارها لكى تعبر عن أبعاد أو معايير مانعة بالتبادل ٠ وقد يكون ذلك من الصعوبة بمكان فـى التطبيق العملى، حيث تتداخل المعايير دائما أو تعتمد على بعضها ٠ ويجب أن تعـبر أوزان المعايير عن الأهمية النسبية لكل منها ٠ وقد تكون فى شكل رتب أو مقاييس مستويـات عادية ٠ أى أنها مرتبة بحسب حجمها فقط ٠ واذا كان الأمر كذلك فان الترتيب سوف يتم على أساس الارقام العادية ، وهذا يضـع حدودا على قوة النموذج فى التمييز ٠

وعلى سبيل المثال ، نستطيع أن نقول طبقا لهذا التحليل أن المشروع (ل) أفضل مـن المشروع (ن) والذى يكون أفضل من المشروع (م) ٠ ولكن اذا كان الوزن المعطى للثقة ٤، والوزن المعطى للصيانة ٢ يعنى أن المعيار الأول ضعف المعيار الثانى، وهكذا، فان مقدار الفرق بين مجموع المستوى المرجح لكل منها يكون جوهريا ٠ وفى هذه الحالة يكــون المشروع (ل) كاملا بدرجة ٨٥٪ ، المشروع (م) بدرجة ٤٩٪ ، المشروع (ن) بدرجـة ٨٠٪ حيث يكون المدى الكامل محددا على أساس (مجموع الأوزان المرجحة × ٥) ٠

ويجب أن لا يكون الوزن أو مستوى مقابلة المعيار مساويا (صفر) لأن ذلك يترتب عليــــه

استبعاد المعيار فى التحليل النهائى ٠

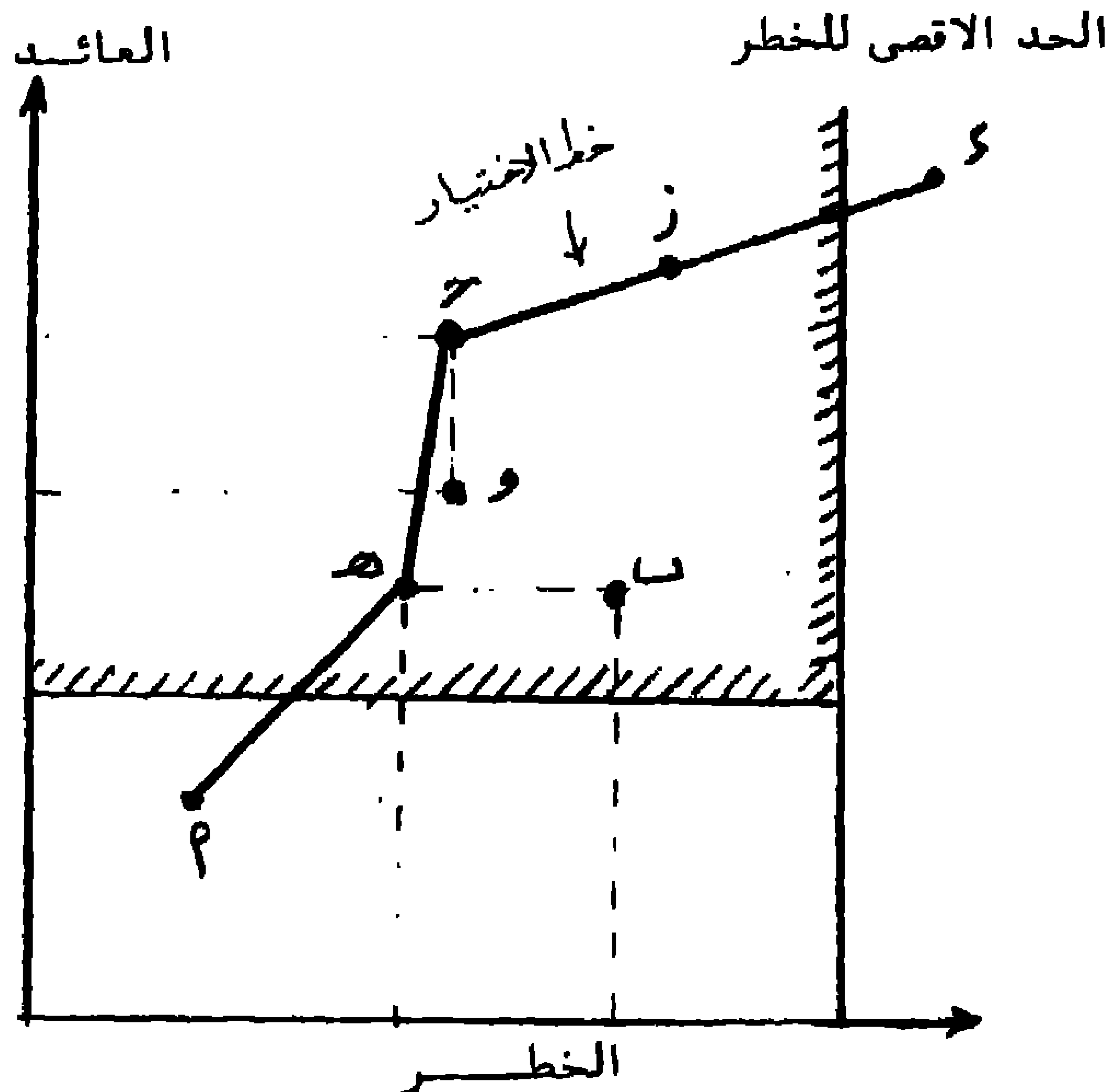
ويجب أن تعكس المديات المستخدمة أبعاد الأداء الفعلى ، وللتأكد من تحقيق ذلك فيمكن اشتقاقها من بيانات تاريخية لمشروعات سابقة ٠ أو اشتراك مجموعة فى عملية التقدير ٠

٥ ـ ٤ ـ نموذج للمقارنة على أساس العائد / الخطر :

يمكن أن يتضمن شكل بيانى بيانات عدة مشروعات ممكنة يوضح العائد والخطر لكل منها ٠ ويعبر الخطر عن فرص اخفاق المشروع ويمكن أن يقاس بالمعدل (أ ـ ح) حيث ح تمثل احتمال نجاح المشروع ٠ أو يمكن قياسه باحتمال عدم مقابلة المشروع لبعض المستويات من المخرجات أو الأرباح أو غيرها ٠ ويعبر العائد عن الأرباح التى تم التنبؤ بها ، كما يمكن أن يستخدم متخذ القرار أى مقياس آخر للقيمة ٠

مثال : يتم دراسة سبعة مشروعات :

	أ	ب	ج	د	هـ	و	ز
العائد	١٧	٣٤	٥٤	٦٦	٣٤	٤١	٥٩
الخطر	١٣	٤٦	٣٤	٧١	٤٠	٣٤	٥٠



ويوضح الشكل السابق بيانات المشروعات السبعة من حيث العائد والخطر، كما يظهر الشكل الحد الأدنى للعائد، والحد الاقصى للخطر . ويمثل الخط أ هـ جـ ز د خط الاختيار الكفء فهو يسلك مسار أقصى المعدلات كفاءة (معدلات العائد / الخطر) . وعلى سبيل المثال ، المشروع هـ يكون اكثر كفاءة من حيث (العائد / الخطر) عن المشروع ب ، لأن المشروع (هـ) يساوى المشروع (ب) فى العائد ولكن له درجة خطر أقل . وبالمثل المشروع (جـ) يكون أكثر كفاءة من حيث (العائد / الخطر) عن المشروع (و) لأن المشروع (جـ) يحقق عائدا أعلى عن المشروع (و) وعند نفس درجة الخطر . وتحدد المنشأة الحد الأقصى للخطر الذى يمكن أن تقبله والحد الأدنى للعائد المرغوب ، وتظهر المشروعات المقبولة داخل الحدود التى يوضحها هذان الحدان . ونتيجة لذلك ، يظهر أن متخذ القرار يجب أن يقبل المشروعات (جـ) ، (هـ) ، (ز) ويرفض الباقى .

وتفيد هذه النماذج فى اختيار التبادلات الممكنة بين الخطر والعائد . وعلى سبيل المثال، يظهر المشروع (د) العائد الأعلى ، غير أنه يستبعد لارتفاع مستوى الخطر، مع أن معدل العائد / الخطر بالنسبة له هو نفسه بالنسبة للمشروعات (جـ) ، (ز) " حيث يقع الثلاثة على نفس الخط " . ولذلك فقد يرغب متخذ القرار أن يجرى استثناء فيقوم باستمرار البحث والدراسة فى المشروع (د) لتحليل أكثر وأعمق .

٥ـ٥ ـ نموذج المساهمة فى القيمة الكلية وفاعلية التكلفة :

يمثل هذا النموذج توليفة من مجموعة من الطرق ، ويسمح لمتخذ القرار باختيار قيمة مساهمة المشروع فى أهداف المنشأة . ولكى يتم تطبيق هذا النموذج تتبع الخطوات التالية :

١ ـ تحديد أهداف المنشأة ، وقد ترتب فى شكل هرمى . وعلى سبيل المثال ، توجد مجموعتان من الأهداف : أهداف قصيرة الأجل ، أهداف طويلة الأجل . ويتفرع من كل هدف عام مجموعة من الأهداف الفرعية .

٢ ـ اعداد أوزان لقيمة كل هدف (سبق أن تناولنا فكرة الأوزان فى النقطة السابقة ولاحظ اذا كان مجموعها يساوى ١٠٠ . فانه يتم توزيع مجموع ١٠٠ من

من النقط بين الاهداف العامة على أساس أهميتها النسبية • وفى التوزيع بين الاهداف قصيرة الأجل وطويلة الأجل يتضح لنا أن الاهمية النسبية للهدف قصير الأجل تعادل مرة ونصف الهدف طويل الأجل إذا وزع للأولى ٦٠ نقطة من المائة.

٣ـ فى اطار كل هدف يتم تحديد أهداف فرعية يوزع عليها المجموع الكلى للنقط الخاصة بهذا الهدف، وبنفس الطريقة التى توضح أهميتها النسبية • وتوضح القيمة الكاملة لأوزان الاهداف المستوى الكامل الذى يمكن أن يحققه مشروع ممتاز • فاذا كان وزن هدف فرعى ١٠ وكانت قيمة مايحققة المشروع من هذا الوزن هو ١٠ فانه يقال أن المشروع يحقق هذا الهدف بدرجة كاملة • والمشروع الذى يحصل على ١٠٠ درجة يحقق جميع الأهداف بدرجة كاملة •

٤ـ بعد تحديد قيمة مساهمة كل مشروع فى تحقيق الأهداف، وهى القيمة الكلية للمشروع يمكن ربط النتائج بتكاليف الاستثمار • ويتم ذلك عن طريق نسبة رقم القيمة الناتج الى رقم الاستثمار المبدئى للمشروع للحصول على مقياس جديد، واقترح تسميته فاعلية التكلفة • وبذلك نكون قد أوجدنا رابطة بين قيمة المشروع وتكلفته •

فاعلية التكلفة = قيمة مساهمة المشروع فى تحقيق الأهداف ÷ الاستثمار المبدئى •

مثال: تقوم احدى الشركات بدراسة تنفيذ احد الثلاثة مشروعات أ، ب، ج ويبلغ الاستثمار المبدئى لهذه المشروعات ٢٠٠ مليون جنيه، ٢٦٠ مليون جنيه، ٢٠٨ مليون جنيه على التوالى • وتهتم الشركة بتقييم المشروعات على أساس مساهمة كل منها فى تحقيق الاهداف العامة للأجل الطويل والأجل القصير بالاضافة الى فاعلية التكلفة • وفيما يلى الأوزان المرجحة للأهداف العامة والفرعية :

١ـ أهمية تحقيق الهدف العام فى المدى القصير تعادل ٦٠٪ من القيمة الكلية المحققة عن طريق المشروعات المقترحة، وتوزع هذه القيمة بين ثلاثة عناصر فرعية لهذا الهدف وهى : تحقيق انتشار المنتج الجديد، وتحقيق هدف الربحية، وتخفيض الآثار البيئية للنشاط ونرجح أهميتها داخل هدف المدى القصير باوزان ٣ : ٢ : ١ على الترتيب •

٢ـ الأهمية النسبية لتحقيق الهدف العام فى المدى الطويل تعادل ٤٠٪ ،

ويتضمن هذا الهدف هدفان فرعيان : الأول تدعيم المستوى الفنى ويزن ٦٢٫٥ ٪ من هدف المدى الطويل ، والثانى : المحافظة على نصيب المنشأة فى السوق • وفيما يلى درجة مقابلة كل مشروع للأهداف •

	انتشار المنتج الجديد	هدف الربحية	تخفيض الآثار البيئية	تدعيم المستوى الفنى	نصيب المنشأة فى السوق
أ	كامل	كامل	١/٢	٣/٥	١/٣
ب	١/٢	١/٢	كامل	٤/٥	٢/٣
جـ	٥/٦	١/٢	١/٢	٣/٥	٢/٣

والمطلوب : أن ترتب المشروعات على أساس قيمة مساهمة كل منها فى أهداف المنشأة ثم على أساس فاعلية التكلفة •

الحل :

* القيمة الكاملة للهدف العام فى الأجل القصير تعادل ٦٠ نقطة وبتوزيعها بين الاهداف الفرعية بالنسب المحددة ، يكون وزن الأهداف الفرعية ٣٠، ٢٠، ١٠
* القيمة الكاملة للهدف العام فى الأجل الطويل تعادل ٤٠ نقطة وتوزع على الهدفين الفرعيين بنسبة ٦٢٫٥٪ ، ٣٧٫٥٪ أى أن وزن الأهداف الفرعية للأجل الطويل تصبح ٢٥، ١٥ •
* تحدد درجة تحقيق كل مشروع لكل من الاهداف الفرعية مقدرة بالنقط أى نقيس قيمة مساهمته فى تحقيق كل من الأهداف ، وعلى سبيل المثال تحدد البيانات الخاصة بالمشروع (أ) :

الهدف الفرعى	الدرجة الكاملة	درجة تحقيق المشروع (أ) للهدف	مساهمة المشروع (أ) فى القيمة
• انتشار المنتج الجديد	٣٠	كاملة	٣٠
• الربحية	٢٠	"	٢٠
• تخفيض آثار البيئة	١٠	١/٢	٥
• تدعيم المستوى الفنى	٢٥	٣/٥	١٥
• نصيب المنشأة فى السوق	١٥	١/٣	٥
	١٠٠		٧٥

وبالنسبة لفاعلية التكلفة فالمقصود هو ايجاد علاقة مابين التكاليف وبين قيمة مساهمة المشروع فى تحقيق الأهداف ، حتى نتبين مدى كفاءة فى استغلال الموارد ، ولكن تكون المقارنة من خلال مقياس أكثر شمولا ٠

فاعلية التكلفة للمشروع (أ) = ٧٥ ÷ ٢٠٠ = ٣٧٥ر٠

ويمكن اعداد نفس البيانات للمشروعين (ب) ، (جـ) و تظهر النتائج فى الجدول التالى :

المشروع	الاستثمار المبدئى مليون جنيه	الأهداف قصيرة الأجل (٦٠) انتشار المنتج	الربحية	الأهداف طويلة الأجل (٤٠) تخفيض الآثار البيئية	تدعيم الفن الانتاجى	النصيب فى السوق	القيمة الكلية لمساهمة المشروع
أ	٢٠٠	٣٠	٢٠	٥	١٥	٥	٧٥
ب	٢٦٠	١٥	١٠	١٠	٢٠	١٠	٦٥
هـ	٢٠٨	٢٥	١٠	٥	١٥	١٠	٦٥

فاعلية التكلفة

	فاعلية التكلفة	الترتيب
المشروع (أ) :	٧٥ ÷ ٢٠٠ = ٣٧٥ × ١٠^-٣	الاول
المشروع (ب) :	٦٥ ÷ ٢٦٠ = ٢٥٠ × ١٠^-٣	الثالث
المشروع (جـ) :	٦٥ ÷ ٢٠٨ = ٣١٢ر٥ × ١٠^-٣	الثانى

أسـئلة وتمـاريـن الفصل السادس

أولا ـ الأسـئلـة :

السؤال الأول:

برر فيما لايزيد على ثلاثةأسطر كلا من النقاط التالية بعد أن تحدد رأيك فيهـا من حيث صوابها أو خطئها .

١ـ في دراسةالمشروعات الرأسمالية يمكن استخدام المدخل الكلي لتحليل التكاليـف والمنافع للمفاضلة بين مشروعين فقط وذلك على عكس مدخل التغيرات .

٢ـ عندما نستخدم تقديرات المنافع الكلية والتكاليف الكلية في المقارنة بين عـدة بدائل فقد لانُلزم في الواقع بمفهوم التكاليف الملائمة والمنافع الملائمة للقرار .

٣ـ اذا استخدم مدخل التكاليف الكلية دون الايرادات ، فان العبرةتكون بادنى قيمة حالية للتكاليف الكلية وليس القيمة الحالية لأدنى التكاليف الكلية .

٤ـ تم تمويل الآلةعن طريق الاقتراض ، وبلغ القرض وفوائده ٥٠٠٠ر٥٠ جم، ولذلك يقبـل هذا الاقتراح ولا يتم استئجار الآلة لفترة مساوية للحياةالانتاجية اذا كانـت قيمة الايجار ٠٠٠ر٤٥ جنيه .

٥ـ عند تحديد فترةالاسترداد لمشروعما فإن فترة الاسترداد على أساس التدفقات المخصومـة تكون بالضرورة أقل من فترةالاسترداد .

٦ـ اذا كانت فترةالاسترداد على أساس التدفقات المخصومة معادلة تماما لفترةحياة المشروعفان صافي القيمةالحاليةيكون صفر .

٧ـ يمكن تقييم المشروع بالرغم من تعدد الاهداف التي يقام من أجلها بما في ذلـك هدف الـربحية وعلى أساس صافي القيمةالحاليةالتي يحققها .

٨ـ يمكن أن يكون المشروعمقبولا طالما أنه يحقق صافي قيمة حالية موجبة بالرغم مـن أن معدل المنفعة/ التكلفة يقل عن الوحدة .

٩ـ قد يترتب على تغـيير طرق الاهلاك الممكن تطبيقها اختلاف نتائج تقيـــيم المشروعات الرأسمالية .

١٠ـ اذا كان مشروعالاستثمار الذيتقبله الشركة يحقق صافي قيمة حالية مقدارها صفر

وباستخدام طريقة القسط المتناقص فى الاهلاك ، فانه يترتب على استخـــدام طريقةالقسط الثابت ظهور صافى القيمة الحالية موجبا •

السؤال الثانى :

حدد أيا من العبارات التالية يعتبر صوابا وأيها يعتبر خطأ مع تبرير اجابتك فى حدود ثلاثة أسطر •

١ـ هناك علاقة بالضرورة بين قاعدة قرارات المدى الطويل وطرق احتساب الاهـلاك فى مجال تقييم مشروعات الانفاق الرأسمالى •

٢ـ هناك تشابه بين الطرق التى تعتمد على خصم التدفقات لاغراض المفاضلة بـين المشروعات الرأسمالية فى تطبيق قاعدة قرارات المدى الطويل غير أن معيار القرار لكل منها مختلف عن الأخرى •

٣ـ من الأفضل للمنشأة أن تفيد من ترحيل الخسائر للسنوات التالية عن ترحيلهـا للأنشطة المكملة خلال نفس السنة وذلك من وجهة نظر الافادة من الخصــم الضريبى والقيمة الزمنية للنقود •

٤ـ اذا كانت القيمة الزمنية لمقدار من النقود يعادل ربع القيمة الحالية فان القيمـة المستقبلة تعادل خمسة أضعاف القيمة الزمنية •

٥ـ تتوقف القيمة الحالية لمجموعة من التدفقات النقدية على مقدار هذه التدفقات ومعامل الخصم المستخدم •

٦ـ تنتفى العلاقة بين قرارات الانفاق الرأسمالى واعداد الموازنات التقديرية، فالأولى ترتبط بالمدى الطويل والثانية ترتبط بالمدى القصير •

٧ـ تخضع قرارات الانفاق الرأسمالى لقاعدة القرارات فى المدى الطويل ، ويطبق نفس معيار القياس بصرف النظر عن نموذج التقييم المستخدم •

٨ـ لايوجد مبرر ما لاختلاف نتائج تقييم المشروعات بطريقتى معدل العائد الداخلى وصافى القيمة الحالية •

٩ـ اذا كان صافى القيمة موجبا فان معدل العائد الداخلى لايقل عن سعر الخصـم المطبق فى حساب ذلك الصافى •

١٠ـ اذا لم تحقق المشروعات موضوع التقييم منافع نقدية فانه يصعب تطبيق نماذج التقييم عليها •

ثانيا ــ التماريــن :

التمرين الأول :

تدرس احدى الشركات شراء آلة جديدة تساهم فى زيادة انتاجيتها ، وتتكلف الآلة ١١٥٦٠٠ جنيه ، وتبلغ تكلفة الأموال بالنسبة للشركة ١٠٪ ٠ ويقدر صافى الدخل قبل الاهلاك والضرائب ٧٠٥٩٠٠ جنيه ، ٦٠٥٩٠ جنيه ، ٥٠٥٩٠جنيه، ٤٠٥٩٠ جنيه، ٣٠٥٩٠ جنيه فى السنوات الخمس المقدرة لاستغلالها ، وعلى الترتيب ويبلغ سعر الضريبةعلى الدخل ٤٠٪ ٠

المطلوب : تحديد كل من معدل العائد الداخلى ، وصافى القيمة الحاليــــة ، وفترةاسترداد التدفقات المخصومة ، ومعدل ربحية الاستثمار ٠

التمرين الثانى :

يتطلب برنامج الاضافات الرأسمالية لشركة نهضة مصر ٠٠٠ر٣٠٠ر١ جنيــه وقدرت الحياةالانتاجية بخمس سنوات يستنفد بعدها الأصل تماما ٠ وفيما يلى بيان التدفقات (بالألف جنيه) :

بيـــان	السنوات : (١)	(٢)	(٣)	(٤)	(٥)
الايرادات	٥٠٠	١٠٠٠	٢٠٠٠	٢٥٠٠	٢٠٠٠
المصروفات(نقدية)	٤٠٠	٧٥٠	١٤٠٠	١٧٥٠	١٤٠٠

ويسمح بترحيل الخسائر لمدة خمس سنوات لأغراض احتساب الضريبةعلى الدخل ، والتى تبلغ ٤٠٪ ٠ والمطلوب(١) حساب متوسط معدل العائد المحاسبى علـى متوسط الاستثمار ٠(٢) تحديد فترةالاسترداد ومعدل العائد الداخلى ٠

التمرين الثالث :

تقوم احدى شركات نقل الركاب بينالأقاليم بدراسةتشغيل خط اضافى بـين دمنهور وزاوية غزال ، والأجرةالمسموح بها عشرون قرشا ٠ ويمكن للشركة أن تشـترى سيارات نقل للركاب من أحد حجمين ، ويقدر عمر كل منهما بثمانى سنوات :

	حمولة ٣٢ راكب	حمولة ٥٢ راكب
عدد السيارات اللازم شراؤها	٦	٤
ثمن شراء السيارة الواحدة	٤٠٫٠٠٠ جنيه	٥٥٫٠٠٠ جنيه
استهلاك الوقود	٢٠ كيلو/ جالون	١٥ كيلو/ جالون
قيمة الخردة للوحدة	٦٠٠٠ جنيه	٧٠٠٠ جنيه
أجور السائقين في الساعة	٣٫٥ "	٤٫٢ "
نفقات سنوية نقدية أخرى	٤٠٠٠ "	٣٠٠٠ "

وتبلغ تكلفة شراء جالون الوقود ٣٠ قرشا ، وتبلغ ساعات الذروة (الازدحام) ٤ ساعات يوميا تكون خلالها كل العربات في خدمات الركاب ، كما تعمل بطاقة كاملة في كلا الاتجاهين ، ويمكن للسيارة أن تعمل ١٢ رحلة أي ستة دورات دائرية خلال هذه الفترة . أما خلال الفترة الباقية من اليوم فيمكن نقل ٥٠٠ راكب ويتم تشغيل ٤ سيارات فقط في الطريق ، ويستخدم السائقون غير المستديمين لقيادة السيارات خلال فترات الذروة . وتبلغ المسافة التي تقطعها السيارة طوال اليوم ٤٨٠ كيلومتر/يوم. أما التي تسير خلال ساعات الذروة فتقطع ١٢٠ كم/يوم خلال أيام العمل في السنة للسيارة والتي تبلغ ٢٦٠ يوما .

والمطلوب : (١) تقدير الايرادات السنوية لتشغيل الخط الجديد وفقا لكل من البديلين ، وتقدير الأجور السنوية للسائقين ، وتكلفة الوقود المستخدم .

(٢) اذا كان الحد الادنى لمعدل العائد ١٢٪ فأي البديلين تفضل ؟

التمرين الرابع :

قررت احدى الشركات الحصول على جهاز معين جديد لاحدى آلاتها المتخصصة ، وسوف تتمكن من الحصول على الآلة اما بشرائه نقدا بمبلغ ٢٥٠٠٠ جنيه ، أو تأجيرها بمبلغ ٦٠٠٠ جنيه سنويا طوال حياة الآلة . وفيما يلي المعلومات الملائمة الأخرى :

١ ــ سعر الشراء ٢٥٠٠٠ جنيه ، والعمر المقدر ٥ سنوات ، وتبلغ الخردة ٣٠٠٠ جنيه ، تكاليف الصيانة السنوية المقدرة ٥٠٠ جنيه سواء تم الشراء أو التأجير . ويمكن الحصول على قرض من البنك لتمويل عملية الشراء بفائدة ١٠ ٪ ويمكن استرداده بدفعة واحدة في نهاية الخمس سنوات . غير أنه يتم سداد الفائدة في نهاية كل سنة . وفي حالة التأجير يدفع الايجار السنوي في بداية كل سنة . ويفترض أن جميع التدفقات النقدية

تحدث فى نهاية كل سنة مالم يذكر خلاف ذلك ، ويبلغ معدل العائد الذى تقبلـه الشركة ١٠٪ ٠

والمطلوب : أن تنصح الشركة هل تشترى هذا الجهاز أم تستأجره مع أخذ الضرائب فى الاعتبار ٠

التمرين الخامس :

تقوم شركة الأنوار الساطعة بتصميم وتصنيع لعب الأطفال ٠ وقد أوضحت الخبرة الماضية أن دورة حياة اللعبة ثلاثة سنوات ٠ وتؤدى أنشطة الترويج الى مبيعات ضخمة فى السنوات الأولى ، غير أنها تبدأ فى الاضمحلال فى السنة الاخيرة ٠ ويمكن تبويب طلبات المستهلكين على النحو التالى :

طلب المستهلك على اللعبة الجديدة	فرصة الحدوث	تقديرات المبيعات (جنيه) السنة الاولى	الثانية	الثالثة
فوق المتوسط	٣٠٪	١ر٢٠٠ر٠٠٠	٢٥٠٠ ٠٠٠	٦٠٠ ٠٠٠
متوسط	٦٠٪	٧٠٠ر٠٠٠	١٧٠٠ ٠٠٠	٤٠٠ ٠٠٠
أقل من المتوسط	١٠٪	٢٠٠ر٠٠٠	٩٠٠ ٠٠٠	١٥٠ ٠٠٠

وتقدر التكاليف المتغيرة بواقع ٣٠٪ من سعر البيع ٠ ويجب شراء الآلة المتخصصة والتى تتكلف ٨٦٠ر٠٠٠ جنيه ، وسوف يتم انشاؤها على جزء معين من أرض المصنع ، وقد فشلت الشركة فى تأجير هذا الجزء لشركة أخرى مقابل ٥٠ر٠٠٠ جنيه سنويا ولعدة سنوات وليس لها استخدام آخر ٠ وتقدر التكاليف الثابتة بخلاف الاهلاك ٥٠ر٠٠٠ جنيه سنويا لانتاج اللعبة الجديدة وسوف يتم استهلاك الآلات على أساس جزء من مجموع أرقام السنوات ، وتقدر الخردة بمبلغ ١١٠ر٠٠٠ جنيه فى نهاية السنة الثالثة ٠ وتبلغ مصروفات الدعاية والاعلان عن اللعبة الجديدة ١٠٠ر٠٠٠ جنيه خلال السنة الأولى ، ١٥٠ر٠٠٠ جنيه خلال السنة الثانية ، ٥٠ر٠٠٠ خلال السنة الثالثة ٠ ويتم خصمها فى كل سنة لأغراض التقارير الضريبية ٠ وتتوقع الشركة أن يبلغ معدل الضرائب على الدخل ٤٠٪ خلال المستقبل المنظور ، ويتم سدادها دفعة واحدة عن كل سنة يتحقق خلالها الدخل ٠

والمطلوب : ١) تقدير صافى الدخل السنوى من انتاج وبيع اللعبة الجديدة ٠

٢) بافتراض أن الحد الأدنى لمعدل العائد المرغوب ١٠٪ ، حدد صافى القيمة الحالية للمشروع ٠

التمرين السادس :

كون " أشرف وعمرو " شركة تقوم بتسويق احدى لوازم الورش ، غير أنهم قرروا البـــدء ببعض التجارب لاساليب الانتاج البديلة ، وتستغرق هذه العملية أربعة سنوات ، وبعدها يمكن بيع رخصة التصنيع مقابل مبلغ ١٩٠,٠٠٠ جنيه تستحق عليها ضريبـــة بواقع ٤٠٪ وبعد ذلك تقوم الشركة بعملية التسويق فقط . وفيما يلى بيانات عن نشـــاط سنوات التجارب والابحاث :

	١٩٨٣	١٩٨٤	١٩٨٥	١٩٨٦
	جـ	جـ	جـ	جـ
المبيعات	١٢٠٠٠٠	١٥٠٠٠٠	٢٠٠٠٠٠	٢٣٠٠٠٠
يطرح : تكلفة البضاعة المباعة	٦٠,٠٠٠	٧٥,٠٠٠	١٠٠,٠٠٠	١١٠,٠٠٠
أجـور	٢٤,٠٠٠	٣٠,٠٠٠	٤٠,٠٠٠	٤٤,٠٠٠
مهمات	٢٠٠٠	٢٣٠٠	٢٤٠٠	٣٠٠٠
ضرائب وعوائد	١٠٠٠	١٢٠٠	١٦٠٠	١٨٠٠
ايجار سنوى (١)	١٢٠٠٠	١٢٠٠٠	١٢٠٠٠	١٢٠٠٠
اهلاك (٢)	١١٠٠٠	١١٠٠٠	١١٠٠٠	١١٠٠٠
تكاليف ابحاث وتطوير (٣)	٢٠٠٠٠	٢٠٠٠٠	٢٠٠٠٠	٢٠٠٠٠
مجموع المصروفات	١٣٠٠٠٠	١٥١٠٠٠	١٨٧٠٠٠	٢٠٢٠٠٠
صافى الدخل قبل الضريبة	(١٠٠٠٠)	(١٩٠٠)	١٣٠٠٠	٢٨٠٠٠
ضريبة الدخل ٤٠٪ (٤)	ـــ	ـــ	٦٠٠	١١٢٠٠
صافى الدخل بعد الضريبة	(١٠٠٠٠)	(١٥٠٠)	١٢٤٠٠	١٦٨٠٠

(١) يدفع هذا الايجار الى الورشة التى تسمح بوضع ماكينات التجارب لديها ، ويشترط أن يكون العقد لمدة عشر سنوات ، ويدفع فى بداية الفترة ايجار ثلاث سنوات فقط مع مدفوعات سنوية فى نهاية كل سنة من السنوات السبع التالية .

(٢) يتوقع أن يتم اكمال انشاء واعداد الآلات والمعدات اللازمة للانتاج فى ١/١/١٩٨٣ ويسدد ثمن الشراء ١٣٠,٠٠٠ جنيه فى ذلك الوقت وتبلغ قيمة الخردة ٢٠,٠٠٠ جنيه فى نهاية العشر سنوات ، وتستخدم طريقة القسط الثابت لاغراض القوائم ، بينما

لأغراض الضرائب تستخدم طريقة القسط المتناقص على أساس جزء من مجموع أرقام السنوات .

(٣) تتكلف آلة التجارب ٢٠٠,٠٠٠ جنيه وتبنى خلال عام ١٩٨١، وهى ليست ملائمة للاغراض التجارية، ولانها أساس هذا النظام فسوف يتم استهلاكها خلال ١٠ سنوات على أساس قسط ثابت ، وسوف تقوم باعداد النماذج الأصلية للوحدات التى يتم تصنيعها .

(٤) ترحل خسائر السنتين الأوليتين للسنة الثالثة قبل حساب الضريبة المستحقة .

والمطلوب : (أ) اعداد جدول التدفقات النقدية للسنوات الأربع .

(ب) بافتراض أن تكلفة رأس المال ١٠٪ فهل تنصح بالمشروع على أساس ٤ سنوات فقط . أم الاستمرار .

التمرين السابع :

فيما يلى أربعة مجموعات من الاقتراحات الاستثمارية المتعارضة .

المجموعة	المشروع	الاستثمار ج	الحياة المقدرة	التدفقات النقدية فى نهاية السنة
١	أ	٢٠,٠٠٠	٤	٨٠٠٠
	ب	٢٠,٠٠٠	٨	٥٠٠٠
٢	ج	٣٠,٠٠٠	٥	١٠٠٠٠
	د	٣٠,٠٠٠	١٤	٦٠٠٠
٣	هـ	٢٠,٠٠٠	٨	٥٠٠٠
	و	٣٠,٠٠٠	٨	٧٥٠٠
٤	ز	٣٠,٠٠٠	٥	١٠٠٠٠
	ح	٤٠,٠٠٠	٥	١٢٥٠٠

المطلوب : ترتيب الاقتراحات فى كل مجموعة على أساس معدل العائد الداخلى وصافى القيمة الحالية بافتراض ١٤٪ قيمة زمنية للنقود ، ثم اشرح لماذا تتشابه أو تختلف نتائج الترتيب فى كل مجموعة .

التمرين الثامن :

تفكر شركة العريش لصناعة السيارات لاقامة ورشة جديدة لانتاج الجزء ن ١٤/س الذى يستخدم فى انتاج الشركة أو شرائه حيث يصنع بشركة الوادى الجديد • ولقد قررت الجهات المسئولة أنه لاغراض المحافظة على البيئة من خطر التلوث تركيب أجهزة جديدة للورشة القديمة مما يؤدى الى زيادة التكاليف السنوية بمقدار ٣٠٫٠٠٠ جنيه وتعتقد ادارة الشركة أن قيمة الورشة القديمة لاتصل الى هذه التكلفة الاضافية • وتعتبر آلاتها غير اقتصادية نظرا لصعوبة الرقابة على الانتاج أو خصائص المواد • أما المسبوكات التى يتم انتاجها فى هذه الورشة فتستخدم فى الاقسام الأخرى بالشركة • وتتكلف الآلات الحديثة ٣٢٠٫٠٠٠ جنيه متضمنة تكاليف الانشاء والمصافى اللازمة لتنقية الجو ، وبعد عشر سنوات يتوقع أن تصبح متقادمة ولا قيمة للنفاية المتخلفة عنها • ويمكن التخلص من المعدات القديمة مقابل ١٠٫٠٠٠ جنيه ويمكن استخدام هذه الحصيلة لتغطية عملية ازالتها ، ويمكن أن تتحقق هذه النتائج سواء هذا العام أو العام القادم • وتبلغ تكاليف التشغيل السنوية ٦٠٠٫٠٠٠ جنيه • أما التكاليف الثابتة المرتبطة مباشرة بالعملية فسوف تبلغ ٩٠٫٠٠٠ جنيه دون أن تتضمن الاهلاك على الآلات والمعدات الجديدة بالاضافة الى مبلغ ١٠٠٫٠٠٠ جنيه تسبب الورشة من التكاليف الثابتة العامة للشركة •
ويمكن للشركة شراء الكمية اللازمة لها بمبلغ ٨٠٠٫٠٠٠ جنيه • ويبلغ الحد الادنى للعائد الذى تقبله الشركة ١٥٪ ، ومعدل الضريبة ٥٠ ٪ •

والمطلوب : تحديد فترة الاسترداد ومعدل العائد الداخلى •

التمرين التاسع :

تقوم احدى الشركات بدراسة المشروعات الرأسمالية الخاصة بها ، وتحتاج اليك فى تقييم مشروع شامل لتطوير العمليات الصناعية :

(١) برنامج **الاتفاق الرأسمالى :**

المشروع الأول : ٣٠٠٫٠٠٠ نظام جديد للقوى المحركة •

المشروع الثانى : ١٠٠٫٠٠٠ توسيع مصنع (٣) •

المشروع الثالث : ٦٠٠٫٠٠٠ احلال الآلة القديمة •

المشروع الرابع : ٨٠٠٫٠٠٠ مشروعات تطوير العمليات الصناعية •

(٢) لا تتطلب الشركة حد أدنى للعائد على نظام القوى المحركة أو توسيع مصنع(٣) وتتطلب ٦٪ على مشروع الاحلال ، وترغب الشركة أن تحقق مشروعات تطوير العمليات عائدا يفوق متوسط تكلفة رأس المال المطلوب لتحويل المشروعات الأول والثانى والرابع ٠

(٣) بالنسبة للمشروع الرابع يتم استثمار ٧٥٠٠٠ جنيه قبل أن تبدأ العمليات بيوم كامل ٠ ويتم استهلاك المشروع على أساس جزء من مجموع أرقام السنوات الثلاث والتى يتخلف فى نهايتها نفاية تعادل ١٥٠٠٠ جنيه ، ذلك بالاضافة للبيانات التالية :

فترة الزمن	الايرادات ج	التكاليف المتغيرة ج	الصيانة والضرائب والتأمين ج
صفر ـ ١	٨٠٫٠٠٠	٣٥٫٠٠٠	٨٫٠٠٠
١ ـ ٢	٩٥٫٠٠٠	٤١٫٠٠٠	١١٫٠٠٠
٢ ـ ٣	٦٠٫٠٠٠	٢٥٫٠٠٠	١٢٫٠٠٠

ويمكن اعادة استثمار الأموال المستردة خلال كل من السنوات الثلاث بمعدل يعادل ١٥٪ ولذلك فان كل استرداد يمكن أن يستثمر فى المتوسط لمدة الستة شهور الأخيرة من السنة ٠

(٤) هيكل رأس مال الشركة :

	ج
سندات ٥٪	٣٫٥٠٠٫٠٠٠
اسهم ممتازة ٤٪ القيمة الاسمية ١٠٠ جنيه	١٫٧٥٠٫٠٠٠
الاسهم العادية والأرباح المحجوزة ...	٢٩٫٧٥٠٫٠٠٠
	٣٥٫٠٠٠٫٠٠٠

(٥) بيانات اضافية أخرى :

	سعر السوق ج	المكاسب المتوقعة للسهم بعد الضريبة ج	التوزيعات على السهم ج
الاسهم الممتازة	١٢٠	—	٤٫ـ
" العادية	٥٠	٣٫٢	١٫٦

(٦) معدل ضريبة الدخل ٥٠ ٪ ٠

والمطلوب : (١) تحديد صافى القيمةالحالية للمشروعالرابع •

(٢) تحديد الحد الأدنى لمعدل العائد على المشروعالرابع اللازم لتغطية متوسط تكلفة رأس المال للمشروعين الأول والثانى بالاضافة الى الرابع، مفترضا أنه من الضرورى احلال الآلةالقديمة •

(٣) اذاكان صافى القيمةالحالية للمشروعالرابع ٠٠٠ر١٥٠ جنيـــــه فما هو معدل العائد على هذا المشروع •

الباب الثانى

فى

بحوث العمليات والنماذج الكمية

الفصل الأول
فى
البرمجة الخطية
بعض المفاهيم الأساسية

١ـ مقدمـــة :

البرمجة الخطية هى طريقة رياضية تمكن من التوصل لأفضل الحلول الممكنة لمجموعة من المشاكل التى تتوافر فيها شروط رياضية معينة • والواقع أن لفظة "برمجـــة" تشـــير الى الطريقة المنتظمة التى يتم على أساسها التوصل الى الحل الأمثل للمشـــكلة موضـــوع التطبيق من بين كل الحلول المتاحة والممكنة • كما أن لفظة "خطيـــة" تشير الى الشروط الواجب توافرها فى المشكلة موضوع التطبيق حتى يتثنى حلها بالبرمجة الخطية • وســوف تكون الطريقة المنتظمة وشروط التطبيق موضوعا للتفصيل فيما بعد •

ويرجع الفضل لجورج دانتزج George B. Dantzig فــى اكتشـــاف "الطريقـــة المنتظمـــة" لحل مجموعة المشاكل التى تتوافر فيها شروط الخطية ، فقد نشر أول بحث عنها فى الولايات المتحدة سنة ١٩٤٧ • وعرفت هذه الطريقة المنتظمـــة منـــذ ذلك الحين بطريقة السمبلكس Simplex Method • وحيث تقوم طريقة السمبلكس على تكرار تطبيق مجموعة محددة من القواعد حتى يتم التوصل الى حل المشـــكلة موضـــوع التطبيق ، فقد أصبحت سهلة التطبيق على الحاسبات الآليـــة • وقد أدى ذلـــك الـــى امكان تطبيقها على عدد كبير من المشاكل التى تنطوى على عدد كبير جدا من المتغيرات. وأصبحت البرمجة الخطية من الأساليب رائجة التطبيق فى مجالات البحث العلمى النظرى ولحل المشاكل العلمية فى مجالات الصناعة والزراعة والنقل والمواصلات وفى حل المشاكل الاقتصادية والهندسية وغيرها • وتطبق البرمجة الخطية بنجاح فى مجـــالات تخطيـــط وجدولة الانتاج الصناعى واختيار نسبة مزج المدخلات ، وفى تخطيط وجدولـــة الانتـــاج الزراعى وتحديد المواصفات المثالثة للأعلاف ، وفى الاقلال من الفاقد والعادم ، وفـــى

تخطيط وجدولة النقل بشتى الطرق ، وذلك بالاضافة الى العديد من التطبيقات العسكرية والتخطيط الاقتصادى على المستوى القومى بصفة عامة ٠

٢ — متطلبات تطبيق البرمجة الخطية :

يجب أن تتوافر فى المشكلة موضوع تطبيق البرمجة الخطية وفى الظروف البيئية المحيطة بها مجموعة من الشروط الأساسية ٠ فالبرمجة الخطية ، مثلها فى ذلك مثل أى من أساليب ونماذج التحليل الكمى الأخرى ، لا تصلح للاستخدام فى كل المشاكل ، وانما هى محددة بتوافر شروط تطبيقها ٠ وبصفة عامة ، يجب أن يتوافر فى المشكلة موضوع التطبيق الشروط والخصائص التالية :

١ — يجب أن يكون الهدف المرغوب التوصل اليه من حل المشكلة واضحا ومحددا تحديدا دقيقا ويمكن صياغته فى صيغة رياضية صريحة ٠ فهدف تحقيق أقصى قدر ممكن من الأرباح من انتاج وبيع تشكيلة معينة من المنتجات مثلا يختلف عن هدف جدولة الانتاج بصرف النظر عن الربحية ٠ فيمكن جدولة الانتاج لاستغلال الطاقة بالكامل فى الوقت الذى يؤدى فيه هذا الاستغلال الكامل للطاقة الى انخفاض الأرباح ٠ كما أنه لن يمكن تطبيق البرمجة الخطية لتعظيم الأرباح مالم تتوافر بيانات دقيقة عن أسعار البيع والتكاليف الخاصة بكل من المنتجات المرغوب دراستها فى التشكيلة ٠ فبدون هذه البيانات لايمكن وضع الهدف فى صيغة رياضية صريحة ٠

٢ — يجب أن تعكس الصيغة الرياضية للهدف المراد تحقيقه علاقة خطية متجانسة من الدرجة الأولى ٠(١) ويعنى ذلك أن مضاعفة حجم تشكيلة المنتجات مثلا مع بقاء نسبة المزج على حالها يؤدى الى مضاعفة الأرباح المباشرة (والتى تتمثل فى سعر البيع مخصوما منه التكلفة المتغيرة) ويؤدى ذلك من وجهة النظر الاقتصادية هو ثبات غلة الحجم بالنسبة للموارد المتغيرة ، والتنافس التام فى سوق هذه العوامل وفى سوق المنتجات ٠

---

(١) تسمى العلاقة ع = د (س ، ص) متجانسة من الدرجة ن اذا كان لأى مقدار ثابت ب تكون العلاقة هـ = (ب س ، ب ص) = ب^ن د (س ، ص) ، وتكون العلاقة خطية من الدرجة الأولى اذا كانت ن = ١ ، حيث ن تمثل أكبر الأسس فى حدود العلاقة ٠

٣ ــ يجب أن تكون الموارد موضوع الاستغلال فى المشكلة محدودة المقدار المتاح منهـا ومحددة فى صورة كمية • وتمثل هذه الموارد القيود أو الحدود التى فى ظل المتوافر أو القائم منها يتم الوصول الى أفضل الحلول الممكنة • والواقع أن أفضل المشاكل حـلا عن طريق البرمجة الخطية هى تلك التى يتوافر فيها عدد معروف من المـوارد النـادرة أو المحددة المقدار أو القدرة ويرجى استغلالها لتحقيق أقصى قدر ممكن من الاشباع الذى يحدده الهدف •

٤ ــ يجب أن يتوافر للمشكلة عددا من بدائل الحل تكون من الكثرة بحيث لايمكن اختيار أفضلها بالطرق التقليدية • فاذا كانت المشكلة ذات حل أوحد فلاداعى لاستخدام أى أسلوب لحلها حيث لايوجد بدائل للمفاضلة والاختيار من بينها •

٥ ــ يجب أن تكون العلاقات بين الموارد المحدودة ومتغيرات الهدف المراد تحقيقـه علاقات خطية متجانسة من الدرجة الأولى ، وقابلة للصياغة فى صورة رياضيـة صريحـة • وبمعنى آخر فيجب أن تكون متغيرات المشكلة فى علاقات خطية متجانسـة مـع بعضهـا البعض • وعند ما يكون متغيران فى علاقة خطية مع بعضهما البعض فان أى تغـير فـى أحداهما يؤدى الى احداث تغير بنفس النسبة فى الآخر ايجابا أو سلبا على حسب نـوع العلاقـة الخطيـة •

٦ ــ يجب أن تتوافر البيانات الكمية الدقيقة والمؤكـدة عن نسق سلوك كل مـن متغـيرات الهدف بالنسبة للحجم ، وبالنسبة لبعضها البعض ، ومن حيث علاقة كل منهما بكل مـن الموارد النادرة محدودة المقدار أو القدرة ، وعن الكميات المتاحة من كل مـن المـوارد النادرة ، وعن البيئة المحيطة بحل المشكلة ومتغيراتها المؤثرة فى امكانيات الحل أو فى كفاءتـه •

هذا ولايعد نموذج البرمجة الخطية بديلا للادارة الجيدة الرشيدة فـى مجالات الأعمال • فالواقع أن استخدام البرمجة الخطية يقتضى توافر ادارة جيدة واعيـة وتواقـة لتحقيق أهدافها على أسس علمية موضوعية • فالبيانات التكاليفيـة الدقيقـة اللازمـة لاستخدام البرمجة الخطية لايمكن توفيرها دون وجود نظام جيد لمحاسبة التكاليف ، كما أن البيانات السعرية والتسويقية اللازمة لايمكن توفيرها دون توافر ادارة مبيعات واعيـة ومشجعة لبحوث السوق ، كما لايمكن الحصول على البيانات اللازمة عن معاملات استخدام

الموارد المحدودة المقدار والقدرة دون وجود ادارة هندسية متطورة تعمل على أسس علمية حديثة • واذا كان الهدف المراد بلوغه من الأهمية بمكان من حيث التحديد الدقيق والصيغة الملائمة ، فان كفاءة الادارة العليا ولاشك تعد المحدد الأساسي في هذا المضمار • ومتى توافرت هذه العوامل والشروط في الادارة والأنظمة المساعدة لهما في أداء وظائفها فان البرمجة الخطية تصبح من الأساليب الهامة والأكثر فعالية في توجيه ومساعدة الادارة في انجاز أهدافها وأداء وظائفها الأساسية •

٣ — أركان النموذج النمطي للبرمجة الخطية :

نعرض لأركان النموذج النمطي للبرمجة الخطية عن طريق مشكلة مبسطة نقوم بحلها بيانيا ، بغية التعرف على بعض الخصائص الهامة للنموذج وتحديد أركانه •

٣ — ١ مشكلة مبسطة :

لنفرض احدى المنشآت التي تقوم بانتاج نوعين نمطيين من المنتجات ، ويتم انتاج كل من المنتجين على مرحلتين انتاجيتين : الأولى آلية حيث يتم تصنيع الأجزاء الرئيسية لكل من المنتجين ، والثانية يدوية حيث يتم تجهيز وضبط وتشطيب وتعبئة كل من المنتجين • وتبلغ الطاقة المحدودة والمتاحة في المرحلة الأولى ٣٢٠ ساعة / عمل آلة في الفترة التكاليفية بينما تبلغ طاقة المرحلة الثانية المحدودة والمتاحة ٣٤٠ ساعة/ عمل عامل في الفترة • وتباع الوحدة من المنتج الأول بمبلغ ١٨ جنيه ، بينما تباع الوحدة من المنتج الثاني بمبلغ ٢٥ جنيه • وتبلغ التكلفة المتغيرة للوحدة من المنتج الأول من مواد وأجور ومصاريف صناعية متغيرة ١٣ جنيه بينما تبلغ للمنتج الثاني ١٩ جنيه • وتحتاج الوحدة من المنتج الأول الى ثلاثة ساعات من طاقة المرحلة الأولى وساعة واحدة من طاقة المرحلة الثانية بينما تحتاج الوحدة من المنتج الثاني الى ساعتين من طاقة المرحلة الأولى وأربع ساعات من طاقة المرحلة الثانية • هذا وترغب ادارة المنشأة في التعرف على أفضل تشكيلة انتاجية تؤدي الى تعظيم أرباح الفترة التكاليفية •

وتنحصر العوامل المؤثرة في حل هذه المشكلة البسيطة فيما يلي :

أ — سعر بيع كل من المنتجين وتكلفة كل المتغيرة ،

ب ـ والطاقـة المحدودة والمتاحـة فى كـل من المرحلتـين ،
جـ ـ واحتياجات كل من المنتجـين من طاقـة كل مـن المرحلتـين ٠
ونتنـاول كل هـذه العوامـل بقليـل مـن التفصيـل ٠

٣ـ١ـ أ : سعر البيـع والتكلفـة المتغيرة ودالة الربحية :

من المعروف أن التكلفة تنقسم محاسبيا واقتصاديا الى عناصر متغيرة وعناصر ثابتة٠ والعناصر المتغيرة فى هذا المضمار هى تلك التى ترتبط بحجم انتاج منتج معين وتتأثـر بالتغيرات التى تطرأ عليه ايجابا وسلبا تأثرا طرديا ٠ بمعنى أنه عندما يزداد حجـم الانتاج تزداد التكاليف المتغيرة وعندما ينخفض حجم الانتاج تنخفض التكاليف المتغيرة للحجم الجديد عن الحجم السابق ٠ وسوف نفترض هنا أن هذه العلاقة الطرديـة بين التكلفـة المتغيرة وحجم انتاج المنتج المعين ذات نسب ثابتة ، أى خطة متجانسـة من الدرجـة الأولى ٠ وهذا يعنى أن التكلفة المتغيرة لوحدة من المنتج تظل مقدارا ثابتـا بصـرف النظر عن التغيرات فى حجم الانتاج ٠ فاذا زاد حجم انتاج المنتج الأول فـى مثـالنـا بعالية من وحدة الى عشر وحدات فان التكلفة المتغيرة لحجم الانتاج تزيد من ١٣ جنيه الى ١٣٠ جنيه ، ومع ذلك تظل التكلفة المتغيرة للوحدة ١٣ جنيه ٠ أمـا اذا أدى زيادة حجم انـتاج المنتج الأول الى ١٠ وحدات الى زيادة التكلفة المتغـيرة للحجم الى ١٣٧ جنيه مثلا أو الى ١٢٢ جنيه مثلا فان العلاقة فى هذه الحالة لاتكون خطية٠ ويجب أن يكون واضحا فى ذهن القارئ أنه يلزم لتطبيق البرمجة الخطية أن تكـون كـل العلاقات خطيـة ٠

أما التكاليف الثابتة فهى لاترتبط بحجم الانتاج فى الفترة القصيرة ، وانما ترتبـط بالزمن ٠ ويطلق عليها محاسبيا الأعبـاء الثابتـة ، أو تكاليف الاستمرار فـى العمليـة الانتاجية فى المدى الطويل (١)٠ هذا ولا يعتد بالتكاليف الثابتة لأغراض تخطيط الانتاج والأرباح فى الفترة القصيرة عن طريق البرمجة الخطية ٠ ولذلك يصبح من الضرورى لأغراض تطبيق النموذج توافر نظام محاسبى جيد يؤدى الى توفير معلومات دقيقـة عـن التكلفـة

---

(١) انظر : د ٠ عبد الحى مرعى ، محاسبة التكاليف لأغراض التخطيط والرقابة (مؤسسـة شباب الجامعة ، ١٩٧٩) ٠

المتغيرة لكل من المنتجات التى تقوم المنشأة بانتاجها أو تزمع انتاجها •

والمقصود بسعر البيع هو السعر الذى تقوم المنشأة موضوع البحث بتصريف المنتج على أساسه سواء للوسطاء أو للمستهلكين • ونفترض فى هذا الصدد أن سعر بيع المنتج الواحد موحد وثابت ولايتأثر بحجم المبيعات • وسوف نعالج امكانية اختلاف سعر البيع باختلاف منافذ التوزيع فيما بعد ، غير أننا سنظل نفترض أن سعر البيع لا يتأثر بحجم المبيعات •

ويمثل الفرق بين سعر البيع والتكلفة المتغيرة مايسمى محاسبيا بالربح المباشر ، وهو الفائض من سعر البيع بعد تغطية التكاليف المتغيرة للمنتج، والمتاح للمشاركة فى تغطية التكاليف الثابتة وتحقيق الأرباح الصافية • فمن حصيلة الربح المباشر يتم تغطية التكاليف الثابتة ، والزيادة فى الحصيلة تمثل أرباحا صافية ، كما أن العجز فيها يمثل خسائرا صافية • وفى ظل افتراضاتنا السابقة يكون الربح المباشر لوحدة المنتج مقدارا ثابتا ، وتكون علاقة حصيلة الربح المباشر للمنتج المعين (أو لتشكيلة ثابتة من المنتجات) علاقة خطية •

وطبقا لما تقدم يكون الربح المباشر للوحدة من كل من المنتجين فى المثال بعاليه كالآتى :

سعر بيع الوحدة	ـ	التكلفة المتغيرة للوحدة	=	الربح المباشر للوحدة	من المنتج
١٨	ـ	١٣	=	٥ جنيه	الأول
٢٥	ـ	١٩	=	٦ جنيه	الثانى

واذا رمزنا لحجم انتاج المنتج الأول بالرمز $س_1$ ولحجم انتاج المنتج الثانى بالرمز $س_2$ فان دالة الربح المباشر ، أو دالة الربحية ، للمنتجين معا تكون كالآتى :

$$\text{دالة الربحية} = ٥ س_1 + ٦ س_2 \quad [١]$$

وهى تعنى أن حصيلة الربح المباشر من انتاج وبيع المنتجين تتكون من ٥ جنيه مضروبة فى عدد الوحدات ($س_1$) التى يتم انتاجها وبيعها من المنتج الأول مضافا اليها ٦ جنيه مضروبة فى عدد الوحدات ($س_2$) التى يتم انتاجها وبيعها من المنتج الثانى •

وحيث أن المنشأة التى افترضناها تهدف الى تعظيم الأرباح ، وحيث أن تعظيم حصيلة الأرباح المباشرة يؤدى الى تعظيم الأرباح الصافية مادامت التكاليف الثابتة لا تتأثر

بحجم الانتاج والمبيعات ، فان دالة الربحية يطلق عليها دالة الهدف ، وهى الركـــن الأول من أركان نموذج البرمجة الخطية • وتعتبر دالة الهدف دالة التفضيل والاختيار بين البدائل للتوصل الى أفضلها على الاطلاق •

٣ــ١ــ ب : الطاقة المحدودة والمتاحة ومنطقة الامكانيات :

تمثل الطاقة المحدودة والمتاحة الموارد النادرة المراد استغلالها أفضل استغلال ممكن لتحقيق الهدف المرغوب على أفضل صورة ممكنة • ويمثل المقدار المحدود والمتـــاح منها الحد الأقصى لما يمكن استخدامه خلال الفترة ، وبالتالى فهو يمثل مجموعة القيـود المحددة لامكانيات تحقيق الأهداف • فكل مستوى من الأهداف يتطلب لأغراض تحقيقـــه قدرا يقل عن ماهو متاح من الموارد الثابتة أو يساويه يصبح مستوى ممكن التحقيـــق من الأهداف • أما أية مستوى يتطلب قدرا يزيد عما هو متاح من هذه الموارد فهو غير قابـل للتحقيق ويخرج عن حدود الامكانيات المتاحة • فأى حجم انتاج فى مثالنا السابق يتطلب مايزيد عن ٣٢٠ ساعة / عمل آلة أو مايزيد عن ٣٤٠ ساعة / عمل عامل فى الفترة التكاليفيـة يعتبر خارج على حدود امكانيات الموارد المتاحة ولا يمكن تحقيقه • وتحـــدد الطاقـــة المحدودة والمتاحة لمجموعة الموارد الثابتة بصفة مجتمعة منطقة الامكانيات الـــتى فـــى حدودها يمكن تحقيق الأهداف المرغوبة • ففى مثالنا السابق ، بينما يمكن انتاج ١٦٠ وحدة من المنتج الثانى (٣٢٠ ساعة / عمل آلة ÷ ٢) فى المرحلة الأولى فانـــه لا يمكن انتاج مايزيد عن ٨٥ وحدة من نفس المنتج (٣٤٠ ساعة / عمل عامل ÷ ٤) فى المرحلـــة الثانية • وبالتالى يكون هدف انتاج مايزيد عن ٨٥ وحدة من المنتج الثانـــى خـــارج امكانيات الموارد المتاحة بصفة مجتمعة (المرحلة الأولى والمرحلة الثانية) بينما انتـــاج ٨٥ وحدة أو أقل من نفس المنتج يقع فى حدود امكانيات هذه الموارد •

ولعله من الواضح أنه مالم توجد موارد محددة المقدار أو القدرة تلــزم لتحقيـــق الأهداف المرغوبـــة فانه لن يكون هناك قيود أو عوائق فى سبيل تحقيق أيه مستوى من هذه الأهداف • وفى ظل هذه الظروف لن تكون هناك مشكلة يرجى التوصل الى حـــل لها • وبمعنى آخر فانه يلزم أن تتواجد مشكلة ندرة حتى يمكن تطبيق البرمجة الخطية •

وحيث أن المقدار المحدد من الموارد المحدودة يضع قيودا على امكانيات تحقيـق الأهداف فان تحديد هذا المقدار على وجه الدقـــة وبدرجة عالية من التأكد يصبـــح من

مستلزمات التوصل لأفضل الحلول الممكنة للمشكلة قيد البحث والدراسة • فأى خطــأ فى تحديد مقدار المتاح من الموارد بالزيادة قد يؤدى الى التوصل الى حل لا يمكن تحقيقه للمشكلة • كما أن أى خطأ فى تحديد هذا المقدار بالنقص قد يؤدى الى حل غير مثالــى للمشكلة الحقيقـية •

٣ـ١ـ ج : احتياجات المنتجات من طاقة الموارد وقيود النموذج :

تمثل احتياجات المنتجات من الموارد علاقات المستخدم من المــوارد الثابتـــة والمنتج • ويلزم فى نموذج البرمجة الخطية أن تكون هذه العلاقات خطية متجانســة من الدرجة الأولى • بمعنى أنه اذا كانت الوحدة من المنتج الأول تحتاج الى ثلاث ساعات من طاقة المورد الأول فان وحدتين من المنتج نفسه يجب أن تستنفد ٦ ســاعات مـــن المورد نفسه و ١٠ وحدات من المنتج نفسه تستلزم استنفاد ٣٠ ساعة من المورد نفســـه وهكـذا • ويعبر عن ذلك اقتصاديا بأن دالة الانتاج تكون خطية متجانسة مـن الدرجة الأولى ، أو بثبات غلة الموارد الثابتة من حجم الانتاج •

واذا مارجعنا للمثال بعاليه ، ومتذكرين أننا رمزنا للمنتج الأول بالرمـــز $س_١$ وللمنتج الثانى بالرمز $س_٢$ ، فاننا نستطيع التعبير عن علاقات المنتجات بالموارد فى هذا المثال بالصورة الجبرية المبسطة التالية :

المرحلة الأولى : $٣ س_١ + ٢ س_٢ \leqq ٣٢٠$ ساعة / عمل آلة (٢/ ١) } [٢]
المرحلة الثانية : $س_١ + ٤ س_٢ \leqq ٣٤٠$ ساعة / عمل عامل (٢/ ٢)

وتعنى المتباينة (٢/ ١) أن عدد الوحدات التى يتم انتاجها من المنتج الأول ($س_١$) مضروبة فى احتياجات كل وحدة من طاقة المرحلة الأولى (٣ ساعات) مضافا اليها عدد الوحدات التى يتم انتاجها من المنتج الثانى ($س_٢$) مضروبة فى احتياجات كـل وحدة من طاقة المرحلة الأولى (ساعتين) يجب أن لا يزيد مجموع حاصل هذا الضـــرب عـــن الطاقة المتاحة فى هذه المرحلة (٣٢٠ ساعة / عمل آلة) ، أو يجب أن يقـل عنــه أو يساويه ($\leqq$) • كذلك الأمر بالنسبة للمتباينـــة (٢/ ٢) بالنسبة للمرحلة الثانية •

ويطلق على المتباينتين [٢] القيود الموضوعية لمشكلة البرمجة الخطية ، وهى الركن الثانى من أركان النموذج • كما يطلق على احتياجات المنتجات مـن المـــوارد معاملات الاستخدام أو المعاملات الفنيــة • فمعامل استخدام المنتج الأول من المرحلة

الأولى ٣، ومعامل استخدام نفس المنتج من المرحلة الثانية ١ ، بينما معامل استخدام المنتج الثاني من المرحلة الأولى ٢ ومعامل استخدام هذا المنتج من المرحلة الثانية ٤ . ويلزم أن تكون هذه المعاملات ثابتة بصرف النظر عن التقلبات في حجم الانتاج . كما يلزم أن يتم تحديد هذه المعاملات بدقة متناهية وبدرجة عالية من التأكد حتى يؤدى نموذج البرمجة الى التوصل الى الحل الأمثل الحقيقي للمشكلة .

هذا ويمكن وضع [٢] في صورة جبر المصفوفات لتبرز مصفوفة معاملات الاستخدام كالآتـي :

$$\begin{bmatrix} ٣ & ٢ \\ ١ & ٤ \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} س_١ \\ س_٢ \end{bmatrix} \geqslant \begin{bmatrix} ٣٢٠ \\ ٣٤٠ \end{bmatrix} \qquad [٢]$$

ويطلق على المصفوفة الأولى مصفوفة معاملات الاستخدام أو المعاملات الفنية ويـرمز لهـا بالرمز [أ] ، كما يطلق على المصفوفة الثانية [$\begin{smallmatrix} س_١ \\ س_٢ \end{smallmatrix}$] متجه عمود الانتاج [س] ، ويطلق على المصفوفة الثالثة [$\begin{smallmatrix} ٣٢٠ \\ ٣٤٠ \end{smallmatrix}$] متجه عمود الكميات [ب]. أى أن [٢] يمكـن التعبـير عنها رمزيا بجبر المصفوفات كالآتـي :

$$[أ][س] \geqslant [ب]$$

ويلاحظ في مثالنا الجاري أنه من غير المنطقي أن يكون حجم انتاج أى من المنتجين أقـل من الصفر ، ذلك لأنه لايمكن انتاج حجم انتاج سالب . ويعـني ذلك أن الحد الأدنـى لحجم الانتاج من المنتج الأول هو الصفر ، وكذلك بالنسبة للحد الأدنى لحجـم انتـاج المنتج الثاني . ويتم التعبير عن ذلك رمزيا كالآتـي :

$$\begin{matrix} س_١ \leqslant صفر \\ س_٢ \leqslant صفر \end{matrix} \qquad [٣]$$

وبجبر المصفوفـات يكـون :

$$[س] \leqslant صفر .$$

ويطلق على المتباينتين [٣] قيود عدم السالبية أو القيود التلقائية في نموذج البرمجـة الخطية ، وهى الركن الثالث من أركان النموذج .

٢-٢ الصياغة الرياضية للمشكلة ـ النموذج النمطى للبرمجة الخطية :

يتحدد الهدف المراد تحقيقه بحل المشكلة بالمعادلة رقم [١] ، ويتحقق هذا الهدف فى ظل القيود المفروضة بالمتباينتين [٢] والتلقائية الظاهرة فى المتباينتين [٣] . وحيث أن الهدف المراد تحقيقه هو تقصية (تعظيم) حصيلة الأرباح المباشرة التى نرمز لها بالرمز (ع) فان الصيغة الرياضية للمشكلة تتخذ الشكل الآتى :

عظم ع = ٥ س$_1$ + ٦ س$_2$ [١] دالة الهدف

فى ظل :

٣ س$_1$ + ٢ س$_2$ ≤ ٣٢٠ (٢/١)
س$_1$ + ٤ س$_2$ ≤ ٣٤٠ (٢/٢)
[٢] القيود الموضوعية

س$_1$ ≥ صفر
س$_2$ ≥ صفر
[٢] القيود التلقائية

والمشكلة بهذه الصيغة هى فى صورة نموذج تقصية أرباح نمطى للبرمجة الخطية .

٣-٢ الطريقة البيانية ودلالات أركان النموذج :

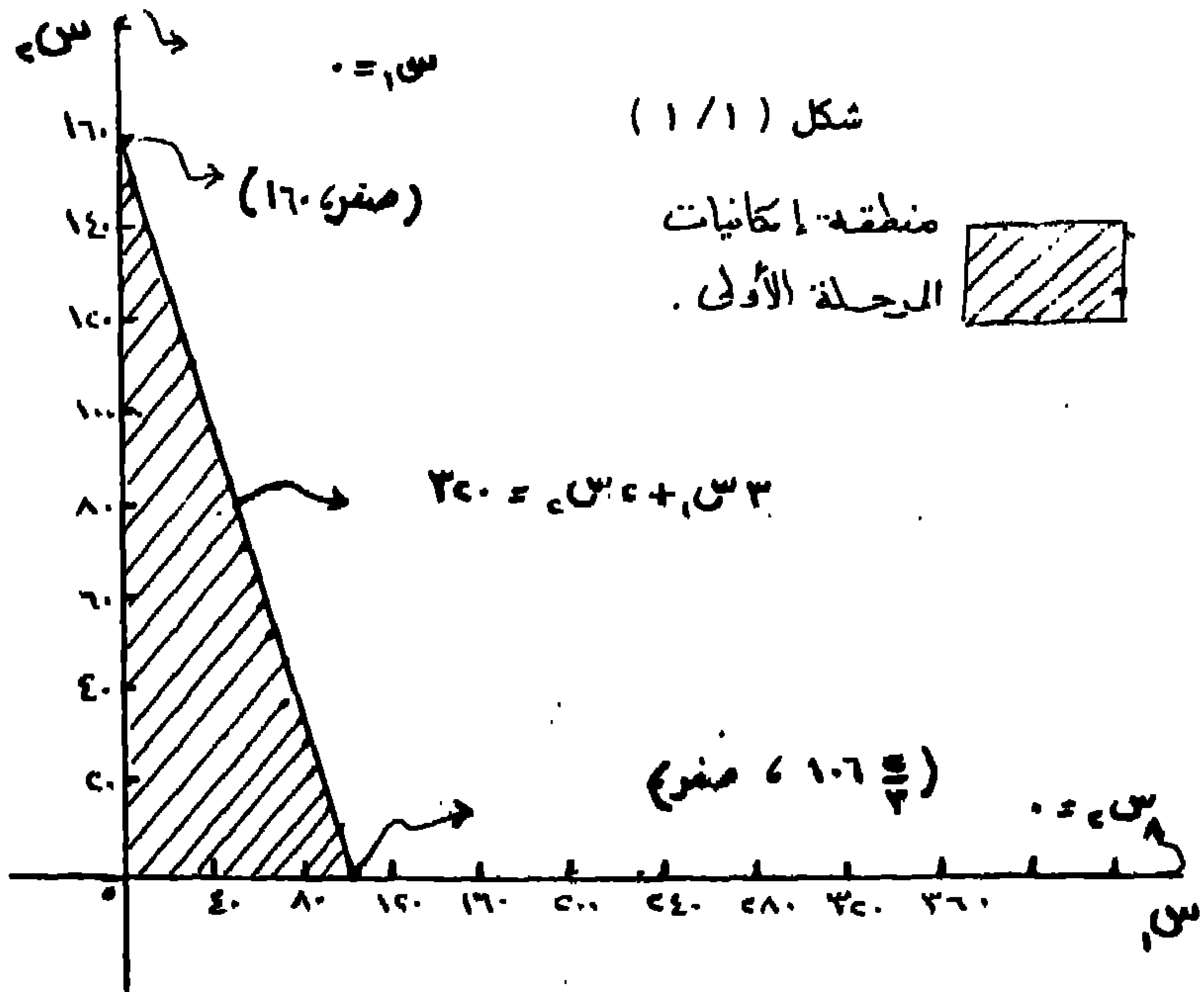
يلاحظ أن المشكلة موضوع المثال فى متغيرين هما س$_1$ و س$_2$ ، وبالتالى يصبح من السهل توضيح حلها بيانيا على رسم بيانى عادى ذا محورين . ولنبدأ بالقيود التلقائية [٣]، والتى تنص على أن س$_1$ يجب أن لا يقل عن الصفر ، وكذلك بالنسبة للمتغير س$_2$. ويعنى ذلك أن أى نقطة على الرسم البيانى يكون فيها س$_1$ أو س$_2$ أقل من الصفر (أى باشارة سالبة) تصبح خارج نطاق المشكلة ولا تعتبر مقبولة . ويترتب على ذلك أن موضوع اهتمامنا يجب أن يتركز على الربع الأول الموجب من الرسم البيانى، حيث يكون فيه كل من س$_1$ ، س$_2$ أكبر من الصفر أو يساويه (≥ صفر) . ولننظر الى الرسم البيانى الموضح فى الشكل رقم (١/١) لنجد أن معادلة الخط المستقيم الممثل لمحور س$_1$ (المحور الأفقى) هى س$_2$ = صفر ، كما أن أى نقطة فوق هذا الخط تكون فيها س$_2$ > صفر . كذلك بالنسبة لمعادلة الخط المستقيم الممثل لمحور س$_2$ (المحور الرأسى) فهى س$_1$ = صفر ، كما أن أى نقطة على يمين هذا الخط تكون فيها س$_1$ > صفر ، ومن

ثـم تكون منطقة اهتمامنا هى الربع الأول من الرسم ، وتنتهى مهمة القيود التلقائيـة . ويعنى ذلك أن القيود التلقائية تحدد منطقة الامكانيات بما لا يجيز انتاج أحجام انتاج سالبة ، وهو أمر منطقى ٠

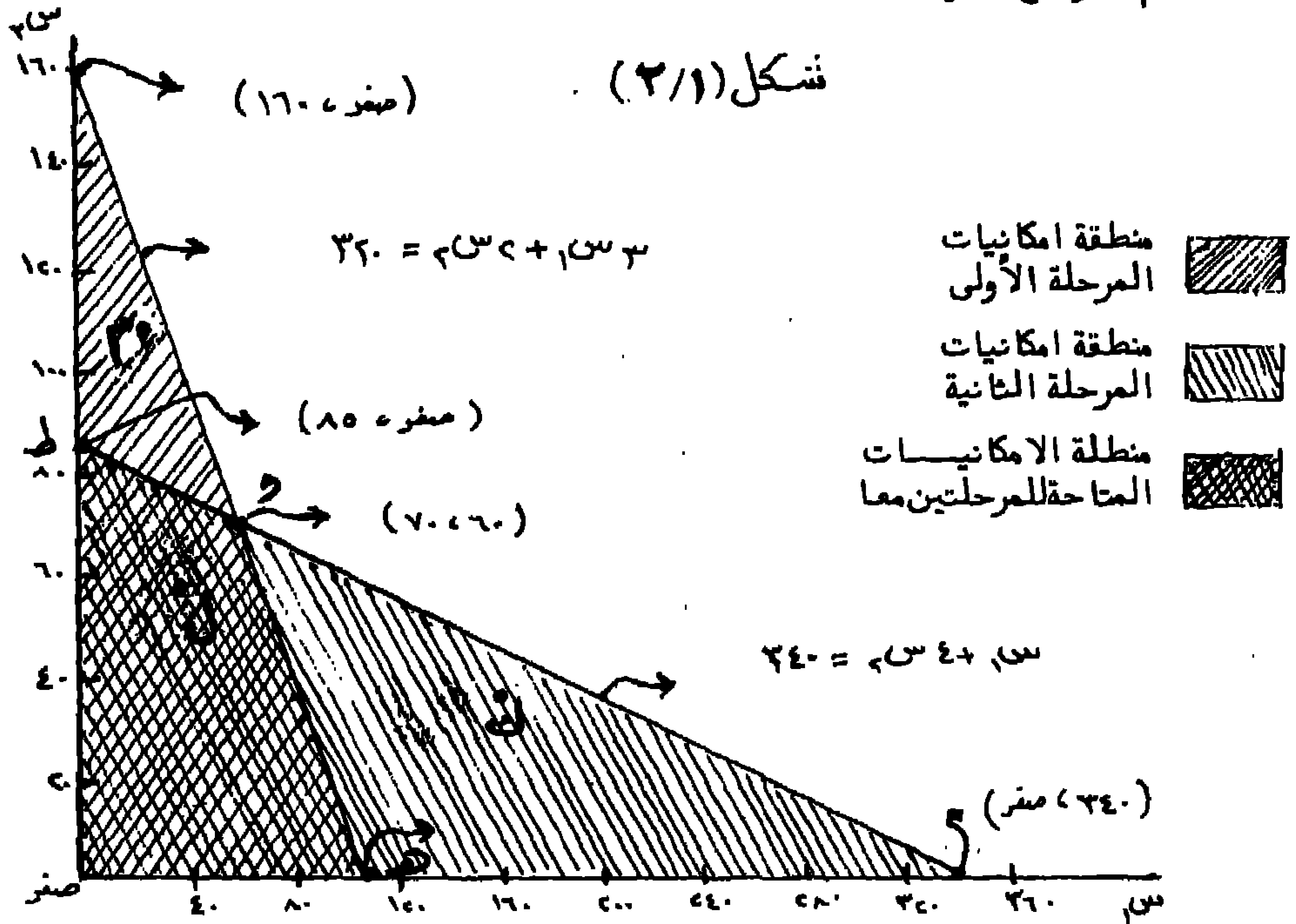
واذا ما انتقلنا الى القيود الموضوعية [٢] لوجدنا أن كل منها يمكن تقسيمه الى شقين ٠ فالقيد الأول (٢/ ١) الخاص بالمرحلة الأولى مثلا يمكن فيه تقسيم علاقة التباين (≥ أقل من أو يساوى) الى عنصرين ، الأول هو أقل من (>) والثانى هو يساوى (=) ، وبذلك يكون شقى هذا القيد كالآتى :

الشق الأول : $٣ س_١ + ٢ س_٢ < ٣٢٠$ } (٢/١)
الشق الثانى: $٣ س_١ + ٢ س_٢ = ٣٢٠$

ويمثل الشق الثانى معادلة خط مستقيم يمكن رسمه على رسم بيانى عادى ، كما أن الشق الأول يمثل المساحة التى تقع على يسار الخط المستقيم والى أسفله ، حيث كل نقطة فى هذه المساحة يكون فيها المجموع الجبرى لاحتياجات المنتجين أقل من الطاقة المتاحة فى المرحلة الأولى ٠ ويظهر الشكل رقم (١/١) ما تقدم، حيث نجد أن القيود التلقائية تحدد موضوع الاهتمام بالربع الأول ، ونجد أن القيد الموضوعى (٢/١) يحدد منطقة الامكانيات المتاحة فى المرحلة الأولى بالمساحة المظللة فى الشكل ٠



وينطبق نفس المنطق على القيد الموضوعى (٢/ ٢) الخاص بالمرحلة الثانيــة ٠ ويظهر الشكل رقم (١/ ٢) القيدين معا فى ظل القيود التلقائية التى تحـدد منطقـة الاهتمام بالربـع الأول ٠



ويلاحظ من الشكل أن المساحة المظللة الواقعة الى يسـار الخـط المسـتقيم ٣ س١ + ٢ س٢ = ٣٢٠ تمثل الامكانيات المتاحة بطاقة المرحلة الأولى (القيد الموضوعى الأول ٢/ ١) وذلك بصفة مستقلة عن المرحلة الثانية ، ولذلك فان أية نقطة واقعـة فـى هذه المساحة أو على حدودها تكون قابلة للتحقيق بالطاقة المتاحة فى المرحلة الأولى ٠ فالنقطة م مثلا حيث فيها س١ = ٢٠ ، س٢ = ١١٠ يمكن تحقيقها بطاقـة المرحلـة الأولى حيث الوحدة من س١ تتطلب ٣ ساعات والوحدة من س٢ تتطلب ساعتين ، وبالتالى تكون الطاقة المطلوبة من المرحلة الأولى لتحقيق النقط م هى :

٣ × ٢٠ + ٢ × ١١٠ = ٢٨٠ ساعة بينما الطاقة المتاحة ٣٢٠ ساعة ٠

كذلك الأمر بالنسبة للمرحلة الثانية ، فالمساحة المظللة الواقعة تحت الخط المستقيم $س_1 + ٤ س_2 = ٣٤٠$ تمثل الامكانيات المتاحة بطاقة المرحلة الثانية بصفة مستقلة عن المرحلة الأولى . ولذلك فان أية نقطة واقعة فى هذه المساحة أو على حدودها تتحقق بالطاقة المتاحة فى هذه المرحلة . فالنقطة ك مثلا حيث $س_1 = ١٦٠$ ، $س_2 = ٤٠$ تتطلب ١٦٠ × ١ + ٤٠ × ٤ = ٣٢٠ ساعة من طاقة المرحلة بينما الطاقة المتاحة للمرحلة ٣٤٠ ساعة .

غير أن أى من هاتين النقطتين لا يمكن تحقيقه بكلا المرحلتين معا . فرغم أن النقطة م قابلة التحقيق فى حدود طاقة المرحلة الأولى فهى خارج حدود طاقة المرحلة الثانية . فتحقيق هذه النقطة يتطلب توافر : ٢٠ × ١ + ١١٠ × ٤ = ٤٦٠ ساعة من طاقة المرحلة الثانية بينما المتاح فيها هو ٣٤٠ ساعة فقط . كذلك الأمر بالنسبة للنقطة ك فهى تقع خارج امكانيات المرحلة الأولى ، حيث يتطلب تحقيقها :

١٦٠ × ٣ + ٤٠ × ٢ = ٥٦٠ ساعة بينما طاقة المرحلة ٣٢٠ ساعة فقط .

أما النقطة ل فهى تقع داخل امكانيات كل من المرحلتين معا وبالتالى فيمكن للمنشأة تحقيقها . فحيث $س_1 = ٤٠$ و $س_2 = ٦٠$ عند النقطة ل ، فان احتياجاتها من طاقة المرحلتين تكون كالآتى :

من المرحلة الأولى : ٤٠ × ٣ + ٦٠ × ٢ = ٢٤٠ ساعة

من المرحلة الثانية: ٤٠ × ١ + ٦٠ × ٤ = ٢٨٠ ساعة

وهى احتياجات تقل عن الطاقات المتاحة فى كل من المرحلتين .

وتتحدد منطقة الامكانيات المتاحة للمرحلتين معا كما هو واضح من الشكل (١ / ٢) بالمساحة المظللة تظليلا مزدوجا ، وهى محصورة بين نقطة الصفر والنقاط هـ و ط . وأى نقطة تقع داخل هذه المنطقة أو على حدودها يكون من الممكن تحقيقها ،وتمثل حلا ممكنا للمشكلة قيد البحث . ومن الواضح أن عدد النقاط الممكنة فى هذه المنطقة — منطقة الامكانيات المشتركة — هو عدد لانهائى ، ومن ثم يصبح للمشكلة عددا لانهائيا من الحلول الممكنة . والمقصود بالحل الممكن فى هذه الحالة هو الحل القابل للتحقيق فى ظل قيود الامكانيات المتاحة بصفة مجتمعة . وفى مثالنا قيد البحث يكون الحل الممكن هو أى تشكيلة انتاجية من المنتجين الأول والثانى لا يقل فيها حجم انتاج أى من المنتجين

عن الصفر ، ويمكن انتاجها بالطاقات المتاحة فى المرحلتين الانتاجيتين معـا .

ولعلنا نتذكر من معلوماتنا فى مبادىء علم الاقتصاد أنه لايكون فى صالح المنشأة أن تنتج عند أية نقطة تقع داخل منطقة الامكانيات وليست على حدودها الخارجية مادامت تستطيع تصريف انتاجها دون تخفيض السعر . والواقع أنه يكون فى صالح المنشأة دائما ، فى ظل هذه الظروف ، أن يكون انتاجها عند نقطة واقعة على الحدود الخارجية لمنطقة الامكانيات . ففى مثالنا الجارى يكون فى صالح المنشأة أن تنتج عند نقطة تقع على الخط المنكسر هـ و ط فى الشكل رقم (١ / ٢) . غير أن عدد النقاط الواقعة على الحدود الخارجية لمنطقة الامكانيات يكون هو الآخر لانهائيا ، ومن ثم يلزم توافر معيار أو أداه للتفضيل فيما بينها يمكن من اختيار الأفضل دون حاجة الى فحص كل النقاط الممكنة ، ذلك أن فحص كل النقاط الممكنة يعتبر أمرا شاقا ومستحيلا .

ويقوم نموذج البرمجة الخطية على مبدأ عام مؤداه أن أفضل الحلول الممكنة لمشكلة البرمجة الخطية يقع عند أحد أركان منطقة الامكانيات ، اذا كان للمشكلة حلا فريدا مفضلا . ويؤدى هذا المبدأ الى عدم ضرورة فحص كل الحلول الممكنة على حدود منطقة الامكانيات ، وهى لانهائية العدد كما ذكرنا ، وانما يكتفى بفحص الحلول الركنية ، أى التى تقع عند أركان منطقة الامكانيات ، واختيار الأفضل من بينها ، من حيث القدرة على تحقيق الهدف المرغوب .

واذا نظرنا للشكل رقم (١ / ٢) لوجدنا أننا لدينا ، بخلاف نقطة الصفر ، ثلاثة أركان تقع على الحدود الخارجية لمنطقة الامكانيات عند النقاط هـ ، و ، ط . وحيث أن النقطة صفر تعنى عدم انتاج أى شىء ومن ثم عدم تحقيق أرباح ، فهى لاتعدو أن تكون نقطة انطلاق ولاتحتاج لفحص اضافى ، ويتطلب الأمر لفحص النقاط الثلاثة الأخرى فى مثالنا الجارى تحديد احداثيى كل منها حيث تمثل الاحداثيات حجم انتاج كل من المنتجين والممكن تحقيقه عند النقطة المعينة . ويتحدد احداثيى النقطة هـ بحل المعادلة :

$$٣ س_١ + ٢ س_٢ = ٣٢٠$$

للمتغير $س_١$ ، حيث $س_٢$ = صفر

ويتحدد احداثيى النقطة و بحل المعادلتين التاليتين معـا :

$٣ س_١ + ٢ س_٢ = ٣٢٠$ (أ)

$س_١ + ٤ س_٢ = ٣٤٠$ (ب)

وبضرب المعادلة (أ) فى ـ٢ واضافتها جبريا للمعادلة (ب) ينتج :

$ـ ٦ س_١ ـ ٤ س_٢ = ـ ٦٤٠$

$س_١ + ٤ س_٢ = ٣٤٠$

$ـ ٥ س_١ = ـ ٣٠٠$

ومنها $س_١$ = ٦٠ وحدة ، وبالتعويض لقيمة $س_١$ فى أى من (أ) أو (ب) نحصل على قيمة $س_٢$ = ٧٠ وحدة .

ويتحدد احداثيى النقطة ط بحل المعادلة :

$س_١ + ٤ س_٢ = ٣٤٠$

للمتغير $س_٢$ ، حيث $س_١$ = صفر بالتعريف عند هذه النقطة .

وتكون أحجام الانتاج الممكنة عند كل من النقاط الثلاثة ، على هذا الأساس كالآتى :

النقطة	$س_١$	$س_٢$	
هـ	$١٠٦ \frac{٢}{٣}$	صفر	($١٠٦ \frac{٢}{٣}$ ، صفر)
و	٦٠	٧٠	(٦٠ ، ٧٠)
ط	صفر	٨٥	(صفر ، ٨٥)

وتصبح المشكلة محصورة فى المفاضلة بين هذه النقاط الثلاثة .

ويكون معيار المفاضلة هو دالة الربحية التى تمثل دالة الهدف فى مثالنا الجارى (المعادلة [١]) . فبالتعويض من قيم $س_١$ ، $س_٢$ فى هذه الدالة لكل من النقاط الثلاثة يتم حساب حصيلة الأرباح المباشرة التى تتحقق عند كل منها . وحيث أن الهدف هو تعظيم الأرباح المباشرة ، فان الحل الأمثل للمشكلة يقع عند النقطة التى تحقق أكبر حصيلة من هذه الأرباح المباشرة . ويكون ذلك للمثال تحت البحث كالآتى :

دالة الهدف : $ع = ٥ س_١ + ٦ س_٢$

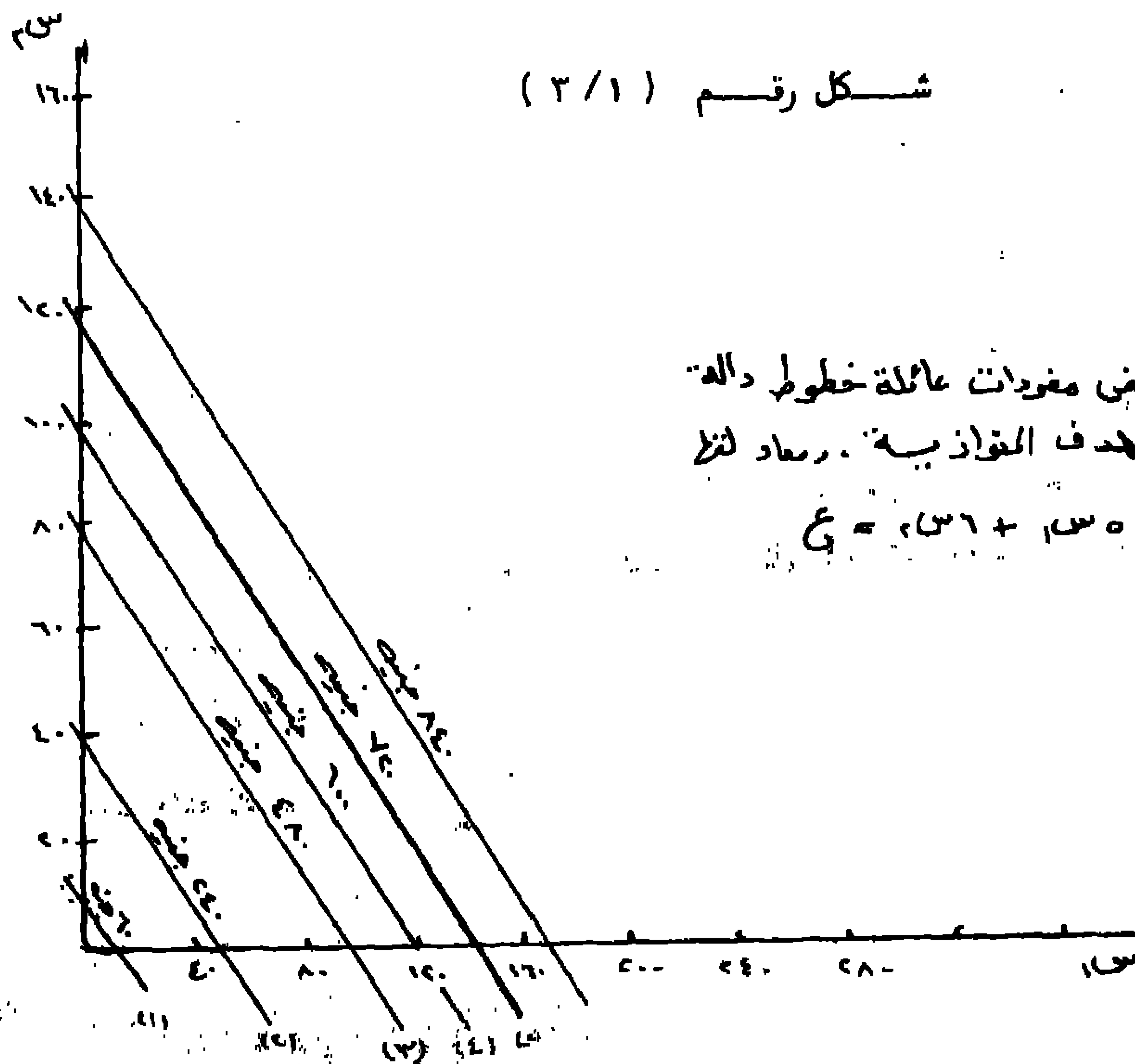
عند النقطة هـ : $ع_{هـ} = ٥ (١٠٦ \frac{٢}{٣}) + ٦ (صفر) = ٥٣٣ \frac{١}{٣}$ جنيه .

عند النقطة و ، $ع_{و}$ = ٥ (٦٠) + ٦ (٧٠) = ٧٢٠ جنيـه
عند النقطة ط ، $ع_{ط}$ = ٥ (صفر) + ٦ (٨٥) = ٥١٠ جنيـه

ومن الواضح أن أقصى أرباح ممكنة تتحقق عند النقطة و حيث :
ع = ٧٢٠ جنيه ، $س_{١}$ = ٦٠ ، $س_{٢}$ = ٧٠ ، وبالتالي فهى تمثل الحل الأمثـل للمشكـلة ٠

والواقع أن دالة الهدف (فى حالة تقصية الأرباح) فى نموذج البرمجـة الخطيـة تقوم بدور منحنيات الناتج المتساوى فى شأن تحديد توازن المنتج أو بدور منحنيات السواء فى شأن تحديد توازن المستهلك ٠ ففى الحالة الأولى يرغب المنتج فى التوصل الى أعلى منحنى للناتج المتساوى يماس حدود الامكانيات الانتاجية ، وفى الحالة الثانيـة يرغـب المستهلك التوصـل الى أعلى منحنى سواء يماس حدود امكانيات ميزانيتـه ٠ وفـى كـلا الحالتين فان أفضل النقاط الممكنة هى نقطة التماس ٠

وكما أن خريطة منحنيات السواء تتكون من عائلة لانهائية العـدد مـن هـذه المنحنيات المتوازيـة وغير المتقاطعة فان دالة الهدف تتكون من عائلـة مـن الخطـوط المستقيمة (فى مثالنا الذى يتكون من متغيرين) المتوازية وغير المتقاطعة كما يتضـح من الشكل (١/٣) ٠



ويتضح من الشكل على سبيل المثال أن :

(١) خط ٦٠ جنيه يتحقق بانتاج ١٢ وحدة من $س_١$ ، أو بانتاج ١٠ وحدات من $س_٢$ ومعادلته هي ٥ $س_١$ + ٦ $س_٢$ = ٦٠

(٣) خط ٤٨٠ جنيه يتحقق بانتاج ٩٦ وحدة من $س_١$ ، أو بانتاج ٨٠ وحدة من $س_٢$ أو أى مزيج بينهما طبقا للمعادلة : ٥ $س_١$ + ٦ $س_٢$ = ٤٨٠

(٥) خط ٧٢٠ جنيه يتحقق بانتاج ١٤٤ وحدة من $س_١$ ، أو بانتاج ١٢٠ وحدة من $س_٢$ أو أى مزيج بينهما طبقا للمعادلة ٥ $س_١$ + ٦ $س_٢$ = ٧٢٠

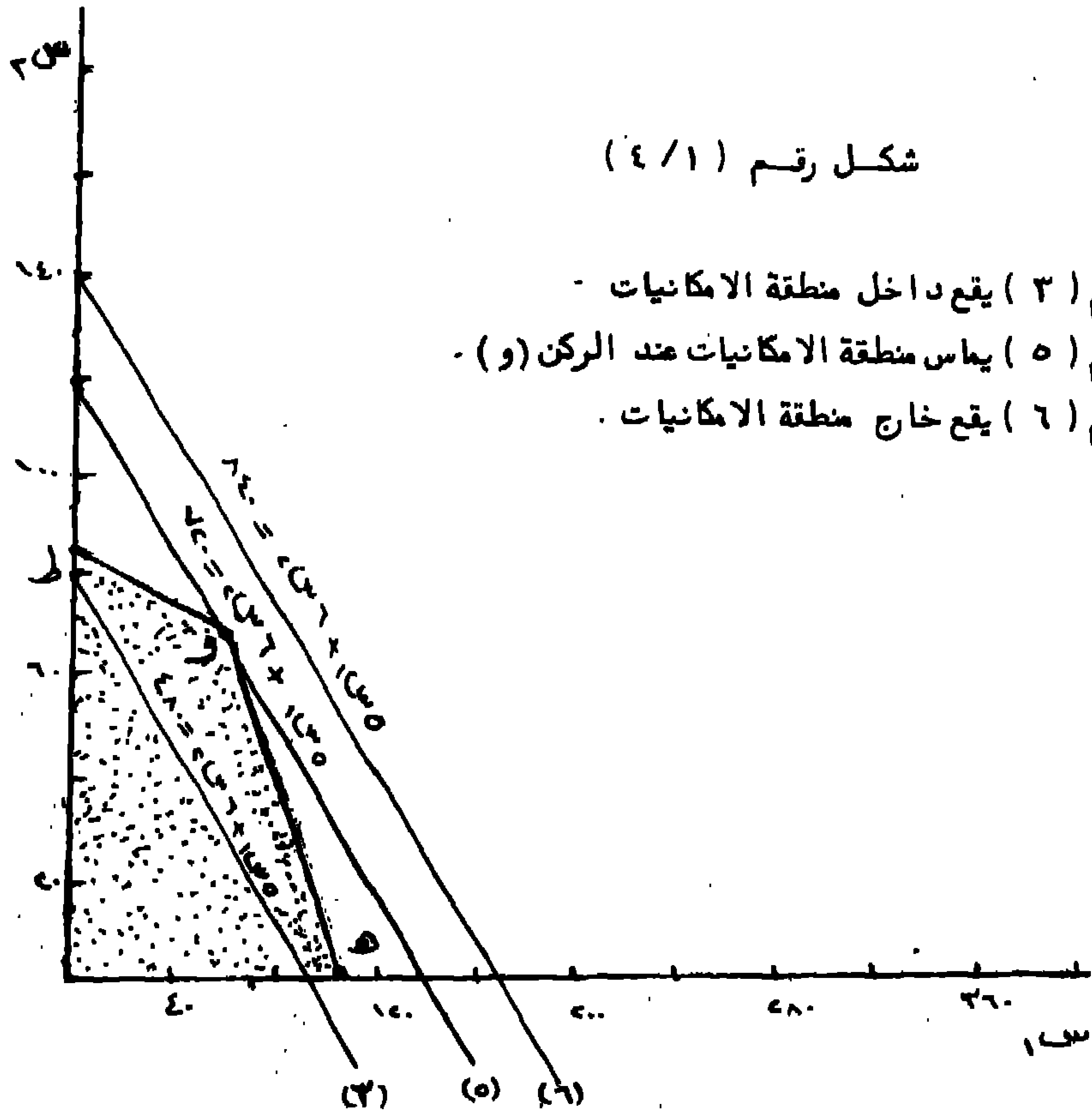
ويوضح الشكل أن كل خط من الخطوط المتوازية يعطى مقدارا ثابتا من حصيلة الأرباح المباشرة للمنتجين معا ٠ فالخط رقم (٢) مثلا يحقق حصيلة قدرها ٢٤٠ جنيه عند أى نقطة من نقاطه ٠ فعند تقاطعه مع محور $س_١$ يكون احداثيى هذه النقطة (٤٨ ، صفر) أى أن $س_١$ = ٤٨ وحدة و $س_٢$ = صفر ، وتكون حصيلة الأرباح المباشرة ع = ٥ (٤٨) + ٦ (صفر) = ٢٤٠ جنيه ٠ وعند تقاطعه مع محور $س_٢$ يكون احداثيى النقطة (صفر ، ٤٠) ، أى أن $س_١$ = صفر ، $س_٢$ = ٤٠ وحدة ، وتكون حصيلة الأرباح المباشرة ع = ٥ (صفر) + ٦ (٤٠) = ٢٤٠ جنيه ٠

وحيث أن معادلة هذا الخط هي :

$$٥ س_١ + ٦ س_٢ = ٢٤٠ \qquad (٤)$$

فان أى تشكيلة من $س_١$ أو $س_٢$ تقع على هذا الخط تؤدى تلقائيا الى تحقيق نفس الحصيلة فاذا كانت $س_١$ = ٢٤ وحدة فان $س_٢$ لابد وأن تساوى ٢٠ وحدة لتتحقق الحصيلة ٢٤٠ جنيه ٠ كذلك الأمر بالنسبة لباقى الخطوط كما يتضح من الشكل ٠

واذا ما أدمجنا الشكل رقم (١ / ٢) مع الشكل رقم (١ / ٣) ليظهر لنا الحل البيانى للمشكلة بالكامل ٠ ويتضح ذلك من الشكل رقم (١ / ٤) مع مراعاة أننا اكتفينا من الشكل رقم (١ / ٢) بمنطقة الامكانيات المشتركة ومن الشكل رقم (١ / ٣) بالخطوط أرقام (٣) و (٥) و (٦) ٠



شكــل رقــم (٤/١)

الخط رقم (٣) يقع داخل منطقة الامكانيات .
الخط رقم (٥) يماس منطقة الامكانيات عند الركن (و) .
الخط رقم (٦) يقع خارج منطقة الامكانيات .

ويتضح من الشكل أن الحل الأمثل للمشكلة يقع عند النقطة و ، حيث يتم انتاج س١ = ٦٠ وحدة و س٢ = ٧٠ وحدة ، وتتحقق حصيلة أرباح مباشرة قدرها ٧٢٠ جنيه كما يظهرها أعلى خط لحصيلة الأرباح المتساوية يماس منطقة الامكانيات الانتاجية .

٤ـ٣ __معاملات الاحلال أو معدلات الاحلال :__

بالرغم من أن النقطة (و) هى نقطة الحل الأمثل للمشكلة قيد البحث ، فان تأكيد هذه الحقيقة عن طريق الانتقال من نقطة ركنية الى أخرى على حدود منطقة الامكانيات يعتبر من الأمور الجوهرية لتوضيح ميكانيكية الطريقة المنظمة للبرمجة الخطية . ولنعود للشكل رقم (٢/١) لتوضيح ذلك . وبالعودة للشكل نجد أن نقاطه الركنية الأربع هى كالآتى :

النقطة	الاحداثيين	حجم انتاج $س_1$	$س_2$
الصفر	(صفر ، صفر)	صفر	صفر
هـ	($\frac{2}{3}$ ١٠٦، صفر)	$\frac{2}{3}$ ١٠٦	صفر
و	(٦٠ ، ٧٠)	٦٠	٧٠
ط	(صفر، ٨٥)	صفر	٨٥

ولنفرض أن المنشأة تنتج حاليا عند النقطة هـ حيث تتخصص فى انتاج المنتج الأول وتنتج $س_1$ = $\frac{2}{3}$ ١٠٦ وحدة فى الفترة التكاليفيـة ٠ وهذا يؤدى ، كما سبق أن أوضحنا الى استغلال طاقة المرحلة الأولى بالكامل ($\frac{2}{3}$ ١٠٦ وحدة × ٣ ساعات للوحـــدة = ٣٢٠ ساعة) ، بينما يؤدى الى استغلال $\frac{2}{3}$ ١٠٦ ساعة من طاقة المرحلـة الثانيـة ويبقى $\frac{1}{3}$ ٢٣٣ ساعة فيها طاقة عاطلة ٠ ويؤدى انتاج $\frac{2}{3}$ ١٠٦ وحدة $س_1$ الى تحقيـق حصيلة أرباح مباشرة قدرها :

$$ع_{هـ} = ٥ (\frac{2}{3} ١٠٦) + ٦ (صفر) = \frac{1}{3} ٥٣٣ \text{ جنيـه ٠}$$

كما سـبق وأوضحنـا ٠

ولنفترض الآن أن المنشأة ترغب فى تخفيض انتاج $س_1$ فى سبيل توفـير طاقـة من المرحلة الأولى لمحاولة انتاج $س_2$ ٠ ولنفترض أيضا أن المنشأة لا تعرف تأثير ذلك علـى حصيلة الأرباح المباشرة ولذلك فهى ترغب فى تنفيذ تجربة تخفيض $س_1$ وحـدة بوحدة ٠ فاذا خفضت انتاج $س_1$ بمقدار وحدة واحدة ليصبح $س_1$ = $\frac{2}{3}$ ١٠٥ بدلا مـن $\frac{2}{3}$ ١٠٦ وحدة سوف نجد أن احتياجات الـ $\frac{2}{3}$ ١٠٥ وحدة من طاقة المرحلة الأولـــى = $\frac{2}{3}$ ١٠٥ × ٣ ساعة = ٣١٧ ساعة بما يتيح طاقة عاطلة فى المرحلة الأولى= ٣ساعات ، بينما تصبح الطاقة العاطلة فى المرحلة الثانية $\frac{1}{3}$ ٢٣٤ ساعة بدلا من $\frac{1}{3}$ ٢٣٣ ساعة ٠ وحيث أن الوحدة من المنتج الثانى $س_2$ تحتاج لساعتين من طاقة المرحلة الأولى، فان الثلاثة ساعات المتوفرة من تخفيض انتاج $س_1$ بوحدة واحدة سوف تمكن من انتـــاج $\frac{1}{2}$١ وحدة من $س_2$ ٠ ويؤدى انتاج هذا الحجم من $س_2$ ($\frac{1}{2}$ ١ وحدة) بالاضافة الى انتـاج $\frac{2}{3}$١٠٥ وحدة من $س_1$ الى انخفاض الطاقة العاطلة فى المرحلة الثانية بمقدار ٦ سـاعـــات لتصبح $\frac{1}{3}$ ٢٢٨ ساعة (لأن الوحدة من $س_2$ تحتاج لأربع ساعات من المرحلة الثانية) ٠

وتظل الطاقـة مستغلة بالكامـل فى المرحلـة الأولـى ٠

وتقع نقطة الانتاج الجديدة على الخط هـ و (والممثل لحدود طاقـة المرحلـة الأولى) ولنرمز لها بالرمز $هـ_١$ ، وتكون حصيلة الأرباح المباشرة عند $هـ_١$ كالآتى :

$$ع_{هـ_١} = ٥ (١٠٥ \frac{٢}{٣} + ٦ (١ \frac{١}{٢}) = ٥٣٧ \frac{١}{٣} \text{ جنيـه}$$

أى أن حصيلة الأرباح تزيد بواقع ٤ جنيه نتيجة احلال وحدة ونصف من $س_٢$ بـدلا من وحدة واحدة من $س_١$ كالآتى :

حصيلة الأرباح عند هـ حيث $س_١ = ١٠٦ \frac{٢}{٣}$ وحدة هى	$٥٣٣ \frac{١}{٣}$ جنيه
— الأرباح المفقودة بتخفيض وحدة من $س_١$	(٥)
+ الأرباح المضافة بانتاج ١½ وحدة من $س_٢$ (١½×٦)	٩
حصيلـة الأربـاح عنـد $هـ_١$	$٥٣٧ \frac{١}{٣}$ جنيـه

ونستنتج من ذلك أن تخفيض انتاج $س_١$ واضافة $س_٢$ يؤدى الى زيادة الأربـاح وخفـض الطاقة العاطلة فى المرحلة الثانية ، ولكن هل يستمر هذا الوضع الى أن يصبح انتاج $س_١$ = صفر ، والى أن تتخصص المنشأة فى انتاج $س_٢$ ؟ هذا غير صحيح بالتأكيد فـى المشكلة قيد البحث ٠ ولتوضيح ذلك نفترض أن المنشأة استمرت فى تخفيض $س_١$ وحده وحدة مقابل زيادة انتاج $س_٢$ الى أن وصلت الى النقطة $هـ_{٢٤}$ التى فيهـا $س_١ = ٦٠ \frac{٢}{٣}$ وحدة وبالتالى $س_٢$ = ٦٩ وحدة ، كما يتضح من الجدول (١/ ١) وتكـون حصيلة الأرباح المباشرة عند هذه النقطة كالآتى :

$$ع_{هـ_{٢٤}} = ٥ (٦٠ \frac{٢}{٣}) + ٦ (٦٩) = ٧١٧ \frac{١}{٣} \text{ جنيه}$$

فاذا قامت المنشأة بعد ذلك بتخفيض $س_١$ بمقدار $\frac{٢}{٣}$ وحدة ليصبح $س_١$ = ٦٠ وحدة لأصبح من الممكن انتاج ٧٠ وحدة من $س_٢$ كما يتضح من الجدول لتتحقـق حصيلـة أرباح ٧٢٠ جنيه ، وهى النقطة و على الشكل رقم (١/ ٢) والشكل رقم (١/ ٤) ٠

جـــــدول رقــم (١/١)

معاملات الاحلال بين س١ ، س٢ على الخط الجزئى هـ و الخــاص

بحدود طاقة المرحلة الأولى وتأثيرها على الربحية

النقطــة	س١	النقص فــى س١	س٢	الزيادة فى س٣	حصيلة الأرباح المباشـرة بالجنيــه
هـ	١٠٦ ٢/٣		صفر		٥ (١٠٦ ٢/٣) + ٦ (صفر) = ٥٣٣ ١/٣
هـ١	١٠٥ ٢/٣	١ــ	١½	١½	٥ (١٠٥ ٢/٣) + ٦ (١½) = ٥٣٧ ١/٣
هـ٢	١٠٤ ٢/٣	١ــ	٣	١½	٥ (١٠٤ ٢/٣) + ٦ (٣) = ٥٤١ ١/٣
هـ٣	١٠٣ ٢/٣	١ــ	٤½	١½	٥ (١٠٣ ٢/٣) + ٦ (٤½) = ٥٤٥ ١/٣
..	..	..	..	..	.. .. ..
هـ١٠	٩٦ ٢/٣	١ــ	١٥	١½	٥ (٩٦ ٢/٣) + ٦ (١٥) = ٥٧٣ ١/٣
..	..	..	..	..	.. .. ..
هـ٤٠	٦٦ ٢/٣	١ــ	٦٠	١½	٥ (٦٦ ٢/٣) + ٦ (٦٠) = ٦٩٣ ١/٣
..	..	..	..	..	.. .. ..
هـ٤٦	٦٠ ٢/٣	١ــ	٦٩	١½	٥ (٦٠ ٢/٣) + ٦ (٦٩) = ٧١٧ ١/٣
و	٦٠	ــ ٢/٣	٧٠	١	٥ (٦٠) + ٦ (٧٠) = ٧٢٠

ويلاحظ من الجدول أن معاملات احلال $س_1$ بالمنتج $س_2$ ثابتة على طول الخط الجزئى هـ و المحدد لطاقة المرحلة الأولى ، كما أن الاتجاه من النقطة هـ الى النقطة و يؤدى الى زيادة حصيلة الأرباح المباشرة . ويبلغ معامل احلال $س_1$ بالمنتج $س_2$ ، أى

$\frac{\Delta س_1}{\Delta س_2} = -\frac{٢}{٣}$ (— ١ ÷ ١½ ، أو $-\frac{٢}{٣}$ ÷ ١) ، أى أن نقص $س_1$ بمقدار $\frac{٢}{٣}$ وحدة يؤدى الى زيادة $س_2$ بمقدار وحدة واحدة . ومن الواضح أن $\frac{٢}{٣}$ وحدة من $س_1$ تحقق أرباح مباشرة = $\frac{٢}{٣}$ ٣ جنيه بينما الوحدة من $س_2$ تحقق ٦ جنيه .

ولنفرض الآن أن المنشأة بعد الوصول الى النقطة و أرادت تخفيض انتاج $س_1$ بوحدة أخرى واحلالها بالمنتج $س_2$. ويؤدى ذلك الى أن :

احتياجات $س_1$ من المرحلة الأولى = ٥٩ × ٣ = ١٧٧ ساعة

الباقى من طاقة المرحلة الأولى لانتاج $س_2$ = ٣٢٠ — ١٧٧ = ١٤٣ ساعة

عدد الوحدات الممكن انتاجها من $س_2$:

فى المرحلة الأولى = ١٤٣ ÷ ٢ = ٧١½ وحدة (أ)

احتياجات $س_1$ من المرحلة الثانية = ٥٩ × ١ = ٥٩ ساعة

الباقى من طاقة المرحلة الثانية لانتاج $س_2$ = ٣٤٠ — ٥٩ = ٢٨١ ساعة

عدد الوحدات الممكن انتاجها من $س_2$

فى المرحلة الثانية = ٢٨١ ÷ ٤ = ٧٠¼ وحدة (ب)

ومن الواضح أن تخفيض انتاج $س_1$ بمقدار وحدة واحدة فى هذه الحالة سوف يؤدى الى توفير ٣ ساعات من طاقة المرحلة الأولى التى تمكن من انتاج ١½ وحدة من $س_2$ بحيث يمكن أن يزيد $س_2$ من ٧٠ الى ٧١½ وحدة كما فى (أ) بعاليه . غير أن هذا التخفيض فى $س_1$ سوف يؤدى الى توفير ساعة واحدة فقط من طاقة المرحلة الثانية التى أصبحت مستغلة بالكامل عند النقطة و ، ولا تمكن هذه الساعة من زيادة انتاج $س_2$ الا بمقدار ¼ وحدة فقط . وسوف يؤدى تخفيض $س_1$ بوحدة الى خفض حصيلة الأرباح المباشرة بمبلغ ٥ جنيه بينما تؤدى زيادة $س_2$ بمقدار ¼ وحدة الى زيادة الأرباح المباشرة بمبلغ ١½ جنيه ليتحقق نقص صافى فى الحصيلة قدره ٣½ جنيه ، وهو أمر ليس فى صالح المنشأة . ويصبح من صالح المنشأة العودة ثانية للنقطة و حيث $س_1$ = ٦٠ وحدة و $س_2$ = ٧٠ وحدة .

لاحظ أن النقطة $س_١$ = ٥٩ ، $س_٢$ = ٧٠٪ تقع على الخط الجزئى و ط والذى يمثل حدود طاقة المرحلة الثانية . ويختلف معامل احلال $س_١$ بالمنتج $س_٢$ على هذا الخط عن ذلك على الخط هـ و . فبينما هذا المعامل كان ـ $\frac{٢}{٣}$ على الخط هـ و فنجد أنه ـ ٤ على الخط و ط . بمعنى أنه يلزم خفض انتاج $س_١$ بمقدار أربع وحدات حتى يمكن اضافة وحدة واحدة من $س_١$.

ويمكن الحصول على معاملات الاحلال مباشرة من القيود الموضوعية للمشكلة . فمعامل احلال $س_١$ بالمنتج $س_٢$ بالنسبة للمرحلة الأولى يمكن الحصول عليه من القيد الموضوعى الأول بقسمة معامل $س_٢$ على معامل $س_١$ وضرب الناتج فى (ـ ١) ، ذلك لأن نقص $س_١$ يؤدى الى زيادة $س_٢$ ، كذلك بالنسبة لمعامل احلال $س_١$ بالمنتج $س_٢$ ، بالنسبة للمرحلة الثانية حيث يمكن الحصول عليه من القيد الموضوعى الثانى بنفس الطريقة .

وتلعب معاملات الاحلال بالتفاعل مع دالة الهدف دورا هاما فى التوصل المرحلى للحل الأمثل للمشكلة بطريقة السمبلكس كما سيرد فيما بعد .

٣ ـ ٥ الاستغلال الكامل للطاقة والاستغلال الأمثل للطاقة :

توصلنا الى الحل الأمثل للمشكلة قيد البحث عند النقطة و حيث $س_١$ = ٦٠ ، $س_٢$ = ٧٠ وحصيلة الأرباح المباشرة أكبر ما يمكن عند ع= ٧٢٠ جنيه . والملاحظ فى هذه المشكلة أن الحل الأمثل يؤدى الى استغلال الطاقة الكاملة للمرحلتين . وليس معنى ذلك أن يؤدى الحل الأمثل دائما الى الاستغلال الكامل للطاقة ، حيث أن هذا الهدف فى حد ذاته ، هدف الاستغلال الكامل للطاقة قد يتعارض مع هدف تحقيق أقصى قدر من الأرباح . وبمعنى آخر فان الاستغلال الأمثل للطاقة المتاحة بهدف تحقيق أقصى قدر من الأرباح قد لا يؤدى فى كثير من الأحيان الى الاستغلال الكامل لتلك الطاقة . وبالتالى فليس من الضرورى أن يكون الاستغلال الأمثل للطاقة استغلالا كاملا لها .

ولتوضيح ذلك دعنا نفترض أن الربحية المباشرة للوحدة من $س_١$ فى مثالنا السابق تضاعفت الى ١٠ جنيه مع بقاء ربحية $س_٢$ واحتياجات كل من المنتجين من كل من المرحلتين كما هى . وبذلك تصبح المشكلة الجديدة :

عظم $ع = ١٠ س_١ + ٦ س_٢$

في ظل $٣ س_١ + ٢ س_٢ \leqslant ٣٢٠$

$س_١ + ٤ س_٢ \leqslant ٣٤٠$

$س_١ \geqslant$ صفر

$س_٢ \geqslant$ صفر

ولاتختلف منطقة الامكانيات فى هذه المشكلة عن تلك الموضحة فى الشكل (٢/١) ، فلم يحدث تغيير فى أى من القيود ، وانما انحصر الاختلاف فى معامل $س_١$ فى دالة الهدف ، وبالتالى تظل الحلول واجبة الفحص والمفاضلة للاختيار من بينهما تلك عند النقاط هـ ، و ، ط . واذا ماقمنا بتقييم الربحية عند هذه النقاط بدالة الهدف الجديدة لوجدنا أن :

$ع_{هـ} = ١٠ (١٠٦ \frac{٢}{٣}) + ٦ (صفر) = ١٠٦٦ \frac{٢}{٣}$ جنيه

$ع_{و} = ١٠ (٦٠) + ٦ (٧٠) = ١٠٢٠$ جنيه

$ع_{ط} = ١٠$ (صفر) $+ ٦ (٨٥) = ٥١٠$ جنيه

وحيث أن الهدف هو تعظيم الأرباح ، فان النقطة هـ فى ظل هيكل الربحية الجديد تصبح هى نقطة الحل الأمثل . ويؤدى الانتاج عند النقطة هـ ($١٠٦ \frac{٢}{٣}$ ، صفر) الى الآتـى :

الاحتياجات من طاقة المرحلة الأولى $= ٣ (١٠٦ \frac{٢}{٣}) + ٢$ (صفر) $= ٣٢٠$ ساعة

الاحتياجات من طاقة المرحلة الثانية $= ١ (١٠٦ \frac{٢}{٣}) + ٤$ (صفر) $= ١٠٦ \frac{٢}{٣}$ «

الطاقة العاطلة فى المرحلة الأولى $= ٣٢٠ - ٣٢٠ =$ صفر

الطاقة العاطلة فى المرحلة الثانية $= ٣٤٠ - ١٠٦ \frac{٢}{٣} = ٢٣٣ \frac{١}{٣}$ ساعة

ورغم أن الطاقة العاطلة فى المرحلة الثانية تزيد على ثلثى الطاقة المتاحة فيها فمازالت النقطة هـ هى نقطة الحل الأمثل لتحقيق هدف تعظيم حصيلة الأرباح المباشرة .

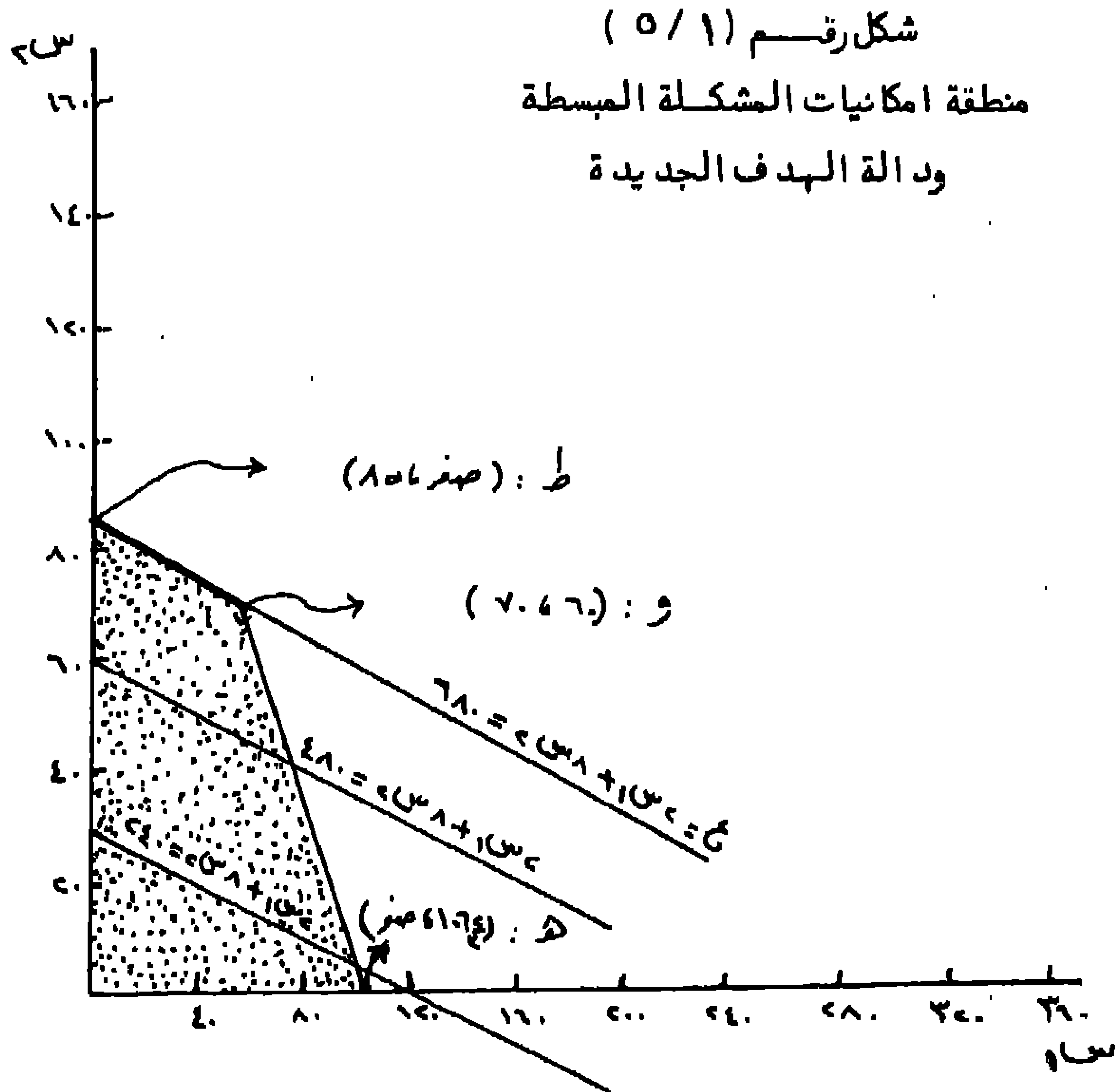
٣ ـ ٦ تعدد الحلول المثالية ـ عدم الانفرادية :

قد يكون للمشكلة موضوع البحث أكثر من حل واحد يمكن من تحقيق نفس الهدف بنفس القدر أو الكفاءة • وفى هذه الحالة لا يكون الحل الأمثل حلا فريدا يفوق كل الحلول الممكنة الأخرى من حيث القدرة أو الكفاءة فى تحقيق الهدف/لتواجد حلول أخرى مثيلة له • وفى هذه الحالة يستوى اختيار أى من هذه الحلول المثالية المتكافئة فى تحقيق الهدف • ولنفترض تعديلا للمثال السابق أن ربحية المنتج الأول انخفضت الى ٢ جنيه للوحدة بينما ربحية المنتج الثانى ارتفعت الى ٨ جنيه للوحدة ، لتكون دالة الهدف كالآتى :

$$ع = ٢ س_١ + ٨ س_٢$$

مع بقاء قيود الطاقة الخاصة بالمرحلتين على حالها • فسوف يؤدى ذلك الى أن ميل دالة الهدف يتساوى مع ميل قيد الطاقة الخاص بالمرحلة الثانية • ويتضح ذلك من الشكل (١/٥) •

شكل رقم (١/٥)
منطقة امكانيات المشكلة المبسطة
ودالة الهدف الجديدة



ويتضح من الشكل أن دالة الهدف الجديدة ($ع = ٢ س_١ + ٨ س_٢$) تتطابق مع قيد طاقة المرحلة الثانية (وهو $س_١ + ٤ س_٢ = ٣٤٠$) عندما تكون قيمة ع ، أى حصيلة الأرباح المباشرة مبلغ ٦٨٠ جنيه • وينتج عن ذلك أن عددا لانهائيا من التشكيلات الانتاجية الخاصة بالمنتجين تقع بين النقطة ط (صفر ، ٨٥) والنقطة و (٦٠ ، ٧٠) كل منها يؤدى الى تحقيق نفس الحصيلة من الأرباح المباشرة • ومع ذلك فان أحد هذه النقاط على الأقل يمثل حلا ركنيا مثاليا للمشكلة ، بالرغم من أنه ليس حلا فريدا • وسوف نرى فيما بعد أنه ليس من الضرورى أن يكون الحل الأمثل لمشكلة البرمجة الخطية حلا فريدا ، بل يمكن أن تتعدد الحلول المثالية للمشكلة الواحدة شريطة أن يؤدى كل منها الى تحقيق نفس القيمة لدالة الهدف •

٤ — مشكلة تدنية تكاليف أو تضحيات :

كان الهدف فى مشكلتنا المبسطة بعاليه هو تقصية حصيلة الأرباح المباشرة ، حيث أنصب هدف التقصية على أشياء مرغوبة ونافعة • وقد يكون الهدف فى بعض المشاكل منصبا على تخفيض أو تدنية التكاليف أو التضحيات أو تحقيق أدنى قدر من الأشياء غير المرغوبة فى ظل قيود معينة •

ولنفترض مثلا أن أحد خريجى الزراعة يريد التوصل الى مزيج معين من مادتين غذائيتين للدواجن بحيث يتحقق فيها شروط التغذية المثالية بأقل تكاليف ممكنة • ولنفترض أن شروط التغذية المطلوب أن تتحقق كحد أدنى فى وحدة التغذية كانت كالآتى : بروتينات ٣٦ وحدة ، دهون وشحومات ٣٢ وحدة ، نشويات وسكريات ٤٠ وحدة • ولنفرض أن المادتين المطلوب ايجاد المزيج المناسب منهما هما الذرة الهجين والكسب • ولنفرض أن وحدة الذره الهجين تحتوى على وحدة واحدة من البروتين ووحدتين من الدهون وخمس وحدات من النشويات والسكريات ، وتبلغ تكلفتها جنيه واحد ، كما أن وحدة الكسب تحتوى على ٣ وحدات بروتين ووحدة شحومات ووحدة نشويات وسكريات ، وتبلغ تكلفتها ٦٠ قرشا • ويرغب خريج الزراعة الشاب فى تحديد المزيج الأمثل من الذرة والكسب فى وحدة التغذية التى يتحقق فيها الشروط المطلوبة بأقل تكلفة ممكنة •

٤ ــ ١ الصياغة الرياضية للمشكلة :

دعنا نرمز للذرة الهجين بالرمز $س_١$ وللكسب بالرمز $س_٢$ ، وبالتالى تكون دالة الهدف هى تخفيض التكلفة الاجمالية للمزيج من $س_١$ ، $س_٢$ واللازم لتحقيق شروط التغذية الى أقل مايمكن ، وحيث الوحدة من $س_١$ تكلف جنيه واحد والوحدة من $س_٢$ تكلف ٦٠ قرشا ، فان دالة الهدف تكون كالآتى (حيث ت = جملة التكاليف) ٠

$$\text{تدنية } ت = س_١ + ر٦ \; س_٢ \qquad [١]$$

ويجب أن يتحقق هذا الهدف فى ظل شروط تحقيق الحد الأدنى المطلوب فى وحدة التغذية من بروتينات ودهنيات ونشويات ٠ وحيث أن الحد الأدنى المطلوب من البروتينات هو ٣٦ وحدة/ وحدة التغذية ، وحيث الوحدة من $س_١$ تحتوى على وحدة واحدة من البروتين والوحدة من الكسب تحتوى على ٣ وحدات بروتين فان قيد البروتينات يكون كالآتى :

$$س_١ + ٣ س_٢ \geq ٣٦ \qquad (١/٢)$$

ويلاحظ أن اشارة التباين تتطلب أن لاتقل (أكبر من أو يساوى) كمية البروتينات فى المزيج عن ٣٦ وحدة ، حيث تمثل هذه الكمية الحد الأدنى المطلوب توافره ٠ وبنفس المنطق نجد أن قيدى الدهنيات والنشويات كالآتى :

$$\text{الدهنيات : } ٢ س_١ + س_٢ \geq ٣٢ \qquad (٢/٢)$$

$$\text{النشويات : } ٥ س_١ + س_٢ \geq ٤٠ \qquad (٣/٢)$$

وبذلك تكون الصيغة الرياضية للمشكلة بالكامل كالآتى :

$$\text{تدنية } ت = س_١ + ر٦ \; س_٢ \qquad [١]$$

فى ظل : القيود الموضوعة :

$$\begin{aligned} س_١ + ٣ س_٢ &\geq ٣٦ \\ ٢ س_١ + س_٢ &\geq ٣٢ \\ ٥ س_١ + س_٢ &\geq ٤٠ \end{aligned} \qquad [٢]$$

القيود التلقائية :

$$\begin{aligned} س_١ &\geq \text{صفر} \\ س_٢ &\geq \text{صفر} \end{aligned} \qquad [٣]$$

لاحظ أن علامات التباين الخاصة بالقيود الموضوعية لمشكلة التدنية هى عكس علامات

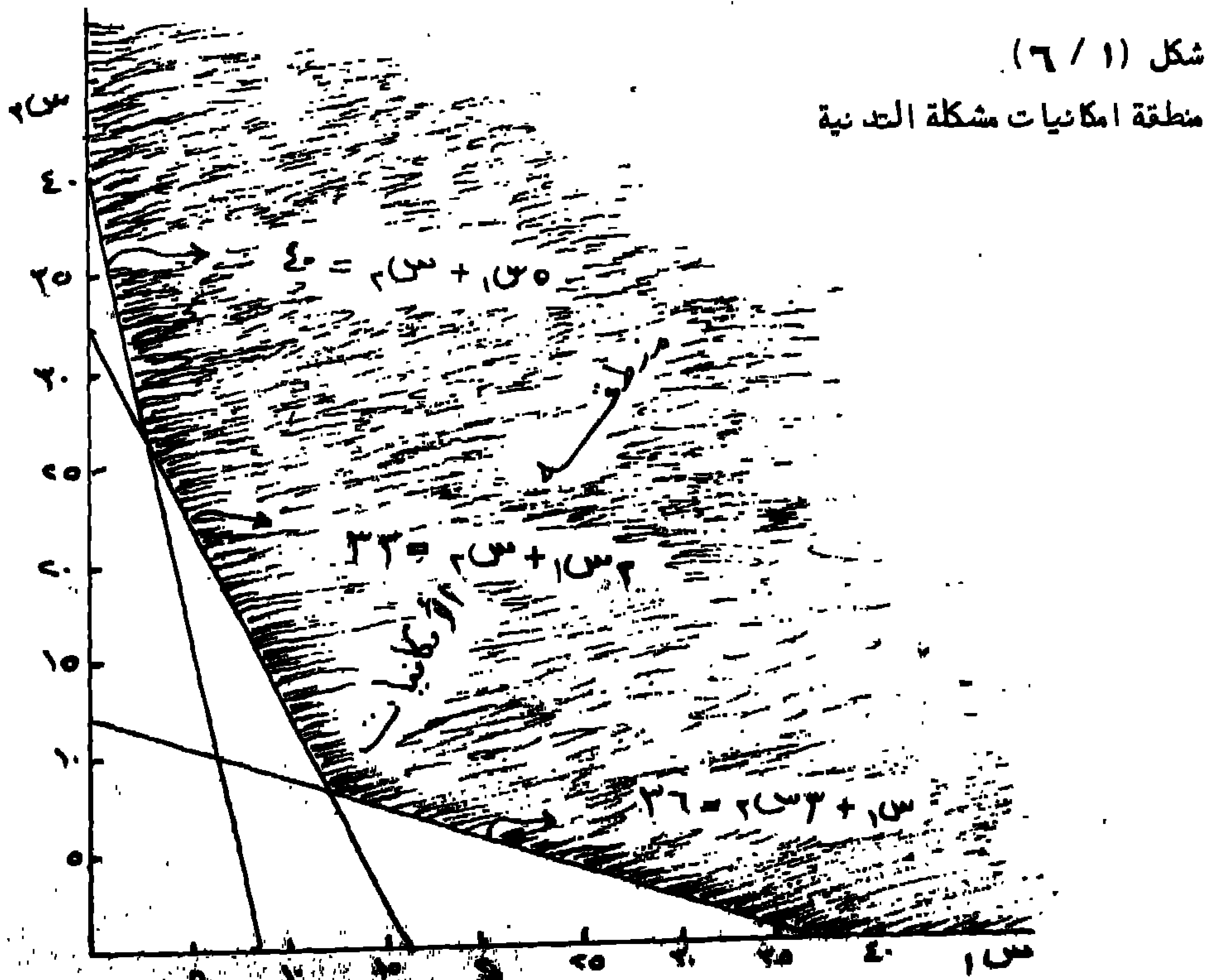
التباين فى مشكلة التقصية السابقة • وهذه تعتبر قاعدة عامة فى النموذج النمطى للبرمجة الخطية •

٤ ـ ٢ الحل البيانى للمشكلة :

يمكن تقسيم كل من القيود الموضوعية الى شقين على نفس نمط المشكلة السابقة • فالقيد الأول يمكن تقسيمه الى :

$$س_1 + ٣ س_2 > ٣٦$$
$$س_1 + ٣ س_2 = ٣٦$$

وحيث أن المشكلة تقع فى متغيرتين فاننا يمكن اظهارها بيانيا برسم المتساويات فى القيود على رسم بيانى كالموضح فى الشكل رقم (١ /٦) • ويتضح من الشكل أن منطقة امكانيات مشكلة التدنية تقع أعلى تقاطع متساويات القيود ، ذلك لأن شق متباينات نفس القيود يتطلب أن تزيد محتويات المزيج عن الحد الأدنى المطلوب توافره • فالشق الأول من القيد الأول مثلا يتطلب أن تزيد محتويات مزيج $س_1$ و $س_2$ من البروتينات عن ٣٦ وحدة بينما الخط المستقيم $س_1 + ٣ س_2 = ٣٦$ وحدة ، وبالتالى فالشق الأول يتحقق بأى نقطة تقع فوق هذا الخط ، وهكذا بالنسبة لكل من القيدين الثانى والثالث •



شكل (١ / ٦)
منطقة امكانيات مشكلة التدنية

واذا ما وضعنا دالة الهدف (التى تتمثل بعائلة من الخطوط المستقيمة المتوازية أيضا فى مشكلتنا الجارية ذات المتغيرين) على منطقة الامكانيات كما يتضح من الشكل (١/٧) لاتضح لنا أن أقل تكلفة ممكنة يتحقق عند النقطة و حيث تبلغ تكلفة وحدة المزيج مبلغ ٨ر١٦ جنيه • ولو أختبرنا النقاط الركنية الأربعة هـ ، و ، ط ، ى بدالة الهدف بنفس الطريقة التى اتبعناها فى المثال السابق لوجدنا أن :

$ت_{هـ}$ = (١) ٣٦ + (٦ر٠) صفر = ٣٦ جنيه

$ت_{و}$ = (١) ١٢ + (٦ر٠) ٨ = ٨ر١٦ جنيه

$ت_{ط}$ = (١) $\frac{٢}{٣}$٢ + (٦ر٠) $\frac{٢}{٣}$٢٦ = $\frac{٢}{٣}$١٨ جنيه

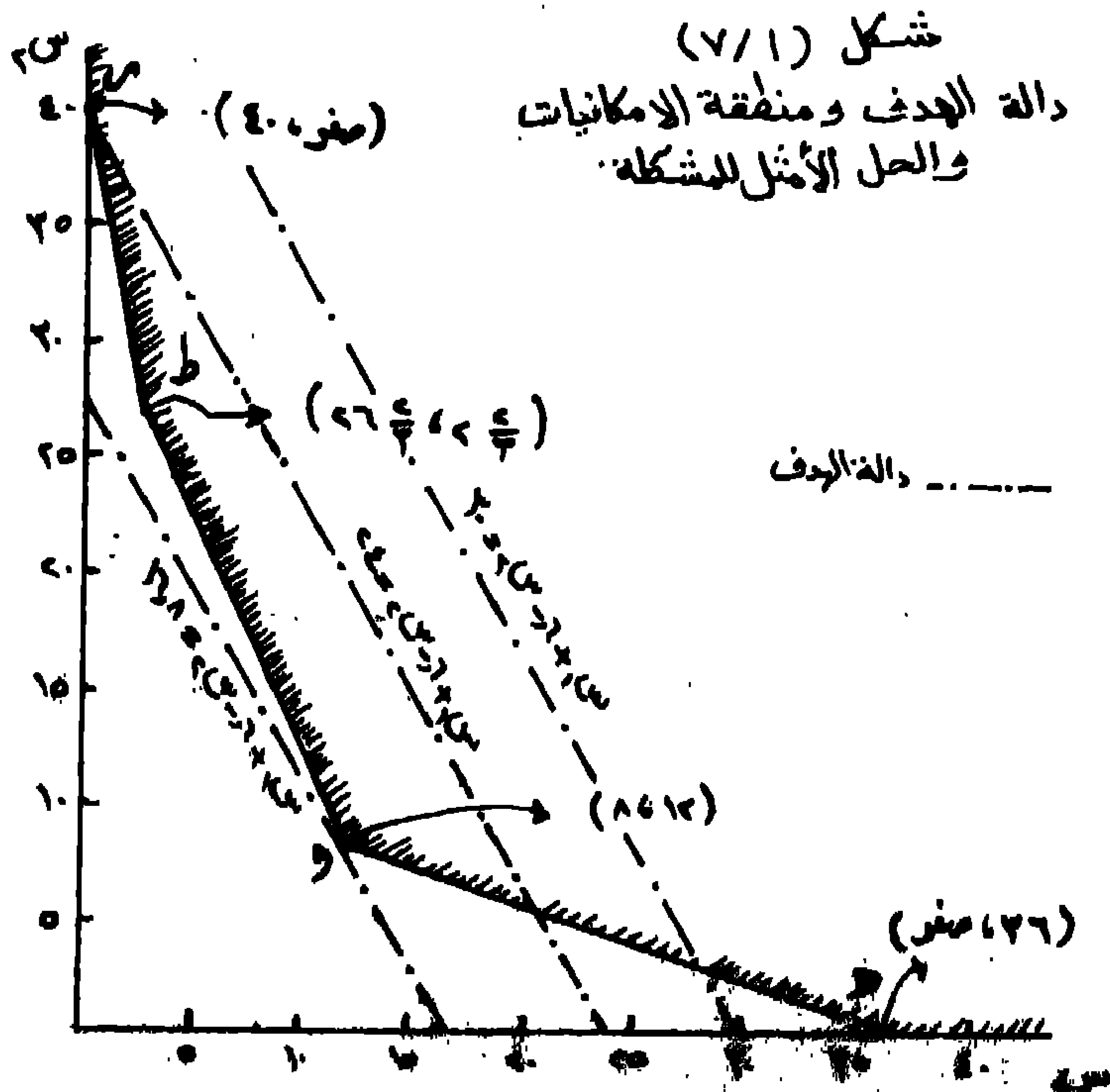
$ت_{ى}$ = (١) صفر + (٦ر٠) ٤٠ = ٢٤ جنيه

ومن الواضح أن أقل تكلفة هى عند النقطة و حيث :

$ت_{و}$ = ٨ر١٦ جنيه

$س_{١}$ = ١٢ وحدة

$س_{٢}$ = ٨ وحدات



٤ـ٣ مشكلة تعظيم الأرباح فى صورة مشكلة تدنية تكاليف :

لكل مشكلة تعظيم أو تقصية لهدف معين مشكلة مقابلة لتدنية هدف مضاد . وهذا مايسمى بمبدأ الثنائية فى البرمجة الخطية . ويؤدى حل أى من المشكلتين الى تحقيق نفس النتائج لو كان لاحدهما حلا فريدا . ولتوضيح ذلك دعنا نعود الى مشكلتنا المبسطة الأولى حيث كان الهدف تقصية حصيلة الأرباح المباشرة لتشكيلة المنتجين فى ظل الطاقات المحدودة والمتاحة لكل من المرحلتين . ولنفرض أن لوحدة الطاقة فى كل من المرحلتين سعر محتسب رمزى ، وليكن هذا السعر للوحدة من طاقة المرحلة الأولى هو $ص_١$ وللوحدة من طاقة المرحلة الثانية هو $ص_٢$. وحيث أن طاقة المرحلة الأولى هى ٣٢٠ ساعة فان تكلفة هذه الطاقة بالسعر المحتسب الرمزى تصبح ٣٢٠ $ص_١$ ، كذلك الأمر تكون تكلفة طاقة المرحلة الثانية بالسعر المحتسب الرمزى ٣٤٠ $ص_٢$. ويطلق على هذا السعر المحتسب الرمزى فى البرمجة الخطية سعر الظل ، وسوف يتم توضيح مغزاة تفصيلا فيما بعد . وكل ما يلزم معرفته الآن هو أنه سعر يقوم نموذج البرمجة الخطية بحسابه بصدد التوصل الى النتائج وليس سعرا ناتجا عن معاملات اقتصادية تبادلية .

ولنعرض الآن أن هدف المنشأة هو تدنية تكلفة الطاقة الخاصة بالمرحلتين الى أقل مايمكن على أساس هذه الأسعار المحتسبة . وبالتالى يكون الهدف هو :

تدنية : ت = ٣٢٠ $ص_١$ + ٣٤٠ $ص_٢$ (١) دالة الهدف .

وحيث أن الوحدة من المنتج الأول تحقق أرباح مباشرة قدرها ٥ جنيه ، فان تحقيق ذلك يستلزم ثلاثة وحدات من طاقة المرحلة الأولى ووحدة واحدة من طاقة المرحلة الثانية . وتبلغ تكلفة هذه الطاقة بالأسعار المحتسبة ما يلى :

٣ $ص_١$ + $ص_٢$ (٢/١)

ومعنى ذلك أنه لكى تتحقق أقصى فائدة للمنشأة من استغلال الموارد المتاحة لديها فيلزم أن يحقق هذا المزيج من طاقة المرحلتين مالا يقل عن ٥ جنيه من الارباح المباشرة .

أى أن : $٣ص_١ + ص_٢ \geqslant ٥$ (٢/١)

وبالمثل بالنسبة للمنتج الثانى ، حيث يلزم له وحدتين من طاقة المرحلة الأولى وأربع وحدات من طاقة المرحلة الثانية ، أى أن :

$٢ص_١ + ٤ص_٢ \geqslant ٦$ (٢/٢)

وبالتأكيد فانه لايجوز أن يكون السعر المحتسب لأى من المرحلتين أقل من الصفر (بصفة مؤقتة) • وبذلك يمكن صياغة الوجه الثانى لمشكلتنا المبسطة (البند ٣ـ٢ بعاليه) • كالتالى :

تدنية ت = $٣٢٠ص_١ + ٣٤٠ص_٢$ (١) دالة الهدف

فى ظل :

$٣ص_١ + ص_٢ \geqslant ٥$
$٢ص_١ + ٤ص_٢ \geqslant ٦$
(٢) القيود الموضوعية

$ص_١ \geqslant$ صفر
$ص_٢ \geqslant$ صفر
القيود اللاسالبية

وبما أن المشكلة مازالت فى متغيرين فانه يمكن حلها بيانيا كما هو موضح فى الشكل رقم (٨/١) الذى يظهر منطقة الامكانيات ودالة الهدف ، ومنه يتضح أن الحل الأمثل للمشكلة عند النقطة و ، حيث :

$ت = ٣٢٠ (\frac{٧}{٥}) + ٣٤٠ (\frac{٤}{٥}) = ٧٢٠$ جنيه

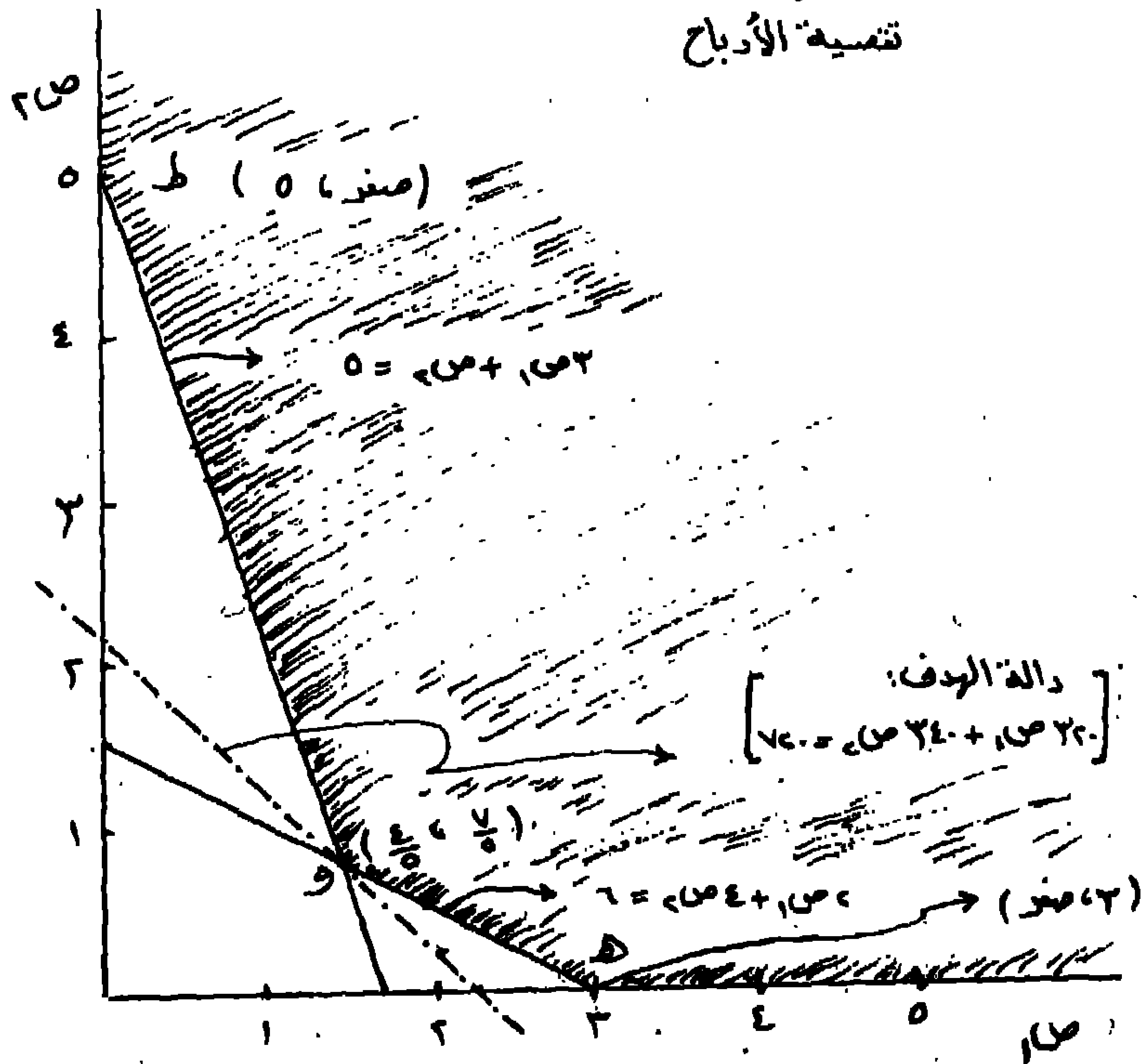
$ص_١ = \frac{٧}{٥}$ جنيه

$ص_٢ = \frac{٤}{٥}$ جنيه

ويلاحظ أن التكلفة ت = ٧٢٠ جنيه فى هذه الحالة تعادل الأرباح ع فى الحالة الواردة فى البند ٣ حيث ع= ٧٢٠ جنيه أيضا •

لاحظ أيضا أن النقطة و التى عندها تتحقق أقل التكاليف الممكنة تترتب على انتاج المنتجين معا حيث تمثل تقاطع خطى رحيتيهما • ويتحدد حجم انتاج كل منهما بحل القيدين (٢) فى مشكلة تعظيم الأرباح آنيا •

شكل (٨/١)
منطقة الأمكانيات لتلك مشكلة
تنمية الأرباح



٥ـ الحل الجبرى للمشكلة المبسطة :

بالرغم من بساطة الحل البيانى لمشاكل البرمجة الخطية ، الا أن هـــذا الاسلوب يصبح غير ممكن التطبيق بيانيا عندما تتعدد المتغيرات ويتضخم حجـــم المشكلة • ولذلك كان من الضرورى البحث من طريقة أخرى يمكن بها حل المشاكـــل التى تتوافرفيها شروط تطبيق البرمجة الخطية • وسوف نتناول الطريقة العامة للحل والمسماه بطريقة السمبلكسفى الفصل المقبل ، الا أن هذه الطريقة تقوم على بعـــض القواعد والاجراءات الجبرية المعينة والتى سوفنحاول توضيح بعض منها فى هذا البند بالتطبيق على مشكلتنا المبسطة الواردة فى البند الثالث فيما تقدم •

وقد كانت الصياغة الرياضية للمشكلة كما تقدم (بند ٣ ـ ٢) كالآتـــى :

عظم $ع = ٥س_١ + ٦س_٢$ (١)

في ظل: $٣س_١ + ٢س_٢ \geqq ٣٢٠$ (٢)

$س_١ + ٤س_٢ \geqq ٣٤٠$

$س_١ \leq$ صفر (٣)

$س_٢ \leq$ صفر

ويتطلب الحل الجبري لهذه المشكلة ، بادئ ذي بدء ، ضرورة تحويل متباينات القيود الموضوعية (٢) الى متساويات • ولننظر الى القيد الاول من هذين القيدين مثلا ، فنجد أنه يقرأ : ثلاثة ساعات مضروبة في حجم انتاج المنتج الأول زائدا ساعتين مضروبة في حجم انتاج المنتج الثاني يجب أن تقل عن أو تساوي على الأكثر طاقة المرحلة الأولى التي هي ٣٢٠ ساعة • ولنفرض أن حاصل جمع هذا الضرب كان أقل من طاقة المرحلة فعلا ، فهذا يعني قطعا أن المرحلة سوف يتواجد فيها طاقة عاطلة • أي أن الطاقة المتاحة في المرحلة في هذه الحالة سوف تساوي مجموع الاستخدامات في انتاج المنتجين مضافا اليها الطاقة العاطلة • وكذلك الامر بالنسبة للمرحلة الثانية •

واذا رمزنا للطاقة العاطلة في المرحلة الأولى بالرمز $ل_١$ وللطاقة العاطلة في المرحلة الثانية بالرمز $ل_٢$ ، فانه يمكن اعادة صياغة القيدين الموضوعين (٢) كالآتي :

$$٣س_١ + ٢س_٢ + ل_١ = ٣٢٠ \quad (٢/١)$$

$$س_١ + ٤س_٢ + ل_٢ = ٣٤٠ \quad (٢/٢)$$

ويطلق على $ل_١$ و $ل_٢$ المتغيرات العاطلة ، أي متغيرات الطاقة العاطلة أو الزائدة

عن الاستخدام. فاذا كان حجم الانتاج الفعلى مثلا هو $س_1$ = ٤٠ و $س_2$ = ٥٠ فان الطاقة العاطلة فى المرحلة الأولى $ل_1$ يمكن حسابها كالآتى :

$$ل_1 = ٣٢٠ - ٣س_1 - ٢س_2$$
$$= ٣٢٠ - ٣(٤٠) - ٢(٥٠) = ١٠٠ \text{ ساعة}$$

كذلك نجد أن

$$ل_2 = ٣٤٠ - س_1 - ٤س_2$$
$$= ٣٤٠ - ١(٤٠) - ٤(٥٠) = ١٠٠ \text{ ساعة}$$

وسوف نفترض أن الطاقة العاطلة ليس لها أى قيمة اقتصادية موجبة أو سالبة) بمعنى أنه لاينتج عنها أرباح مباشرة كما لا يستدعى وجودها تكاليف مضافة متغيرة. وبذلك تكون ربحية الوحدة من $ل_1$ = صفر والوحدة من $ل_2$ = صفر. واذا ما أضفنا هذين المتغيرين الى الصيغة الاصلية للمشكلة ، مع اهمال القيود التلقائية مؤقتا لأصبحت المشكلة كالآتى :

عظم $ع = ٥س_1 + ٦س_2 + صفر ل_1 + صفر ل_2$ (١)
فى ظل: $٣س_1 + ٢س_2 + ل_1 + صفر ل_2 = ٣٢٠$ (١/٢)
$س_1 + ٤س_2 + صفر ل_1 + ل_2 = ٣٤٠$ (٢/٢)

ولا شك أنه اذا لم تقم المنشأة بانتاج أى شىء، أى بانتاج $س_1$ = صفر، $س_2$ = صفر فان الطاقة العاطلة فى المرحلة الاولى سوف تكون $ل_1$ = ٣٢٠ وفى الثانية $ل_2$ = ٣٤٠ ونحصل على هذا الحل الأساسى الأول (حيث لا انتاج والطاقات المتاحة عاطلة بالكامل) جبريا بحل قيدى المرحلتين للطاقة العاطلة كالآتى :

$$ل_1 = ٣٢٠ - ٣س_1 - ٢س_2 - صفر ل_2 \quad (١/٢)'$$
$$ل_2 = ٣٤٠ - س_1 - ٤س_2 - صفر ل_1 \quad (٢/٢)'$$

واذا ماعوضنا عن حجم انتاج $س_1$، $س_2$ = صفر فى (١) وفى (١/٢)'، (٢/٢)' لوجدنا :

$$س_1 = صفر$$
$$س_2 = صفر$$

ع = ٥(صفر) + ٦(صفر) + صفر(ل ١) + صفر(ل ٢)= صفر
ل ١ = ٣٢٠ ــ ٣(صفر) ــ ٢(صفر)ــ صفر(ل ٢) = ٣٢٠ ساعة
ل ٢ = ٣٤٠ ــ ١(صفر) ــ ٤(صفر) ــ صفر(ل ١) = ٣٤٠ ساعة

وعادة ما يكون الحل الاساسى الأول الذى هو أحد سمات نموذج البرمجة الخطية بنقطة الصفر فى دالة الهدف ، حيث لا أرباح والطاقة المتاحة عاطلة بالكامل وخاصة اذا كانت المشكلة هى مشكلة تقصية أرباح أو منافع نمطية .

وحيث بدأنا من الصفر ، فان الخطوة التالية تقتضى البحث فى انتاج احد المنتجين، وليس كلاهما معا . ولا يتم اختيار أى من المنتجين عشوائيا بالطبع بل نهتدى بصدد الاختيار بالهدف المراد تحقيقه كمعيار للاختيار . وفى سبيل تحقيق هذه الخطوة الثانية ، والتى ينتج عنها مايسمى بالحل الأساسى الثانى، يكون معيار الاختيار بين المنتجين هو ربحية كل منهما فى دالة الهدف ، حيث يتم اختيار المنتج الذى يساهم فى دالة الهدف باكبر ربحية ، وهو فى مثالنا الجارى س٢ . ويكون القرار اذن هو : لنبدأ بانتاج س٢ . وتعترضنا بعد ذلك مشكلة تحديد عدد الوحدات التى نبدأ بانتاجها من هذا المنتج ، وكقاعدة عامة فاننا عادة مانبدأ بالتخطيط لانتاج أكبر عدد ممكن من الوحدات فى ظل الطاقات المتاحة ، لأن ذلك ولاشك سوف يؤدى الى تحقيق أكبر حصيلة ممكنة من الأرباح المباشرة بانتاج هذا المنتج . لاحظ أننا نخطط للانتاج ولا نقوم فعلا بالانتاج، لان تشكيلة الانتاج المثالية لم تتحدد بعد فمازلنا نسير خطوات الطريق لتحديدها .

وحيث قررنا التخطيط لانتاج س٢ فان أكبر عدد من الوحدات يتحدد بأقل الوحدات التى يمكن انتاجها باستنفاد طاقة كل من الموارد المتاحة(المرحلتين فى مثالنا الجارى) . فانتاج الوحدة من س٢ يتطلب ساعتين من المرحلة الأولى التى تبلغ طاقتها ٣٢٠ ساعة، وبالتالى يكون حجم الانتاج الممكن فى هذه المرحلة من هذا المنتج كالآتى :

س٢ = ٣٢٠ ÷ ٢ = ١٦٠ وحدة فى المرحلة الاولى

وبنفس الطريقة نجد أن :

$س_٢$ = ٣٤٠ ÷ ٤ = ٨٥ وحدة فى المرحلة الثانية

وبالتالى يكون اكبر عدد ممكن من $س_٢$ = ٨٥ وحدة ·

لاحظ أننا لم نخطط لانتاج $س_١$ بعد ، أى أن $س_١$ = صفر ·

وتكون نتيجة التخطيط فى الحل الاساسى الثانى كالآتى :

$س_١$ = صفر ، $س_٢$ = ٨٥ (حجم انتاج كل من المنتجين)

ع = ٥(صفر) + ٦(٨٥) + صفر($ل_١$) + صفر($ل_٢$) = ٥١٠ جنيه

$ل_١$ = ٣٢٠ ــ ٣(صفر) ــ ٢(٨٥) ــ صفر($ل_٢$) = ١٥٠ ساعة

$ل_٢$ = ٣٤٠ ــ ١(صفر) ــ ٤(٨٥ ــ صفر($ل_١$) = صفر ساعة

وحيث تم استغلال طاقة المرحلة الثانية بالكامل ($ل_٢$ = صفر) فانه يقال أن انتاج $س_٢$ قد حل محل الطاقة العاطلة $ل_٢$ · ولنعود الآن الى القيدين (٢/١)َ ،(٢/٢)َ بعاليه فهما :

$ل_١$ = ٣٢٠ ــ ٣$س_١$ ــ ٢$س_٢$ ــ صفر$ل_٢$ (٢/١)َ

$ل_٢$ = ٣٤٠ ــ $س_١$ ــ ٤$س_٢$ ــ صفر$ل_١$ (٢/٢)َ

ولنقم باحلال $س_٢$ محل $ل_٢$ فى (٢/٢)َ لنجد أن :

٤$س_٢$ = ٣٤٠ ــ $س_١$ ــ $ل_٢$ ــ صفر$ل_١$

وبقسمة الجانبين على ٤ نجد أن :

$س_٢$ = ٨٥ ــ ¼$س_١$ ــ ¼$ل_٢$ ــ صفر$ل_١$ (٢/٢)ً

وبالتعويض عن قيمة $س_٢$ من واقع (٢/٢)ً فى (٢/١)َ نجد أن:

$ل_١$ = ٣٢٠ ــ ٣$س_١$ ــ ٢(٨٥ ــ ¼$س_١$ ــ ¼$ل_٢$ ــ صفر$ل_١$) ــ صفر$ل_٢$

= ١٥٠ ــ ٢½$س_١$ + ½$ل_٢$ (٢/١)ً

وتأسيسا على ذلك تكون الصيغة الجبرية للحل الأساسى الثانى كالآتى :

عظم ع = ٥$س_١$ + ٦$س_٢$ + صفر$ل_١$ + صفر$ل_٢$ (١)

فى ظل: $ل_١$ = ١٥٠ ــ ٢½$س_١$ + ½$ل_٢$ (٢/١)ً

$س_٢$ = ٨٥ ــ ¼$س_١$ ــ ¼$ل_٢$ (٢/٢)ً

وتبقى بعد ذلك مشكلة التحقق من مثالية هذا الحل · ويتم ذلك عن طريق التعويض لقيمة $س_٢$ من واقع (٢/٢)ً فى دالة الهدف كالآتى :

$$ع' = ٥س_1 + ٦ \,(٨٥ - \tfrac{1}{4}س_1 - \tfrac{1}{4}ل_2)$$
$$= ٥١٠ + ٣\tfrac{1}{2}س_1 - ١\tfrac{1}{2}ل_2 \qquad (١)'$$

وتعنى (١)' أن الارباح التى تتحقق بانتاج ٨٥ وحدة من $س_2$ هى ٥١٠ جنيه ٠ الا أن انتاج $س_1$ يؤدى الى اضافة صافية لحصيلة الارباح المباشرة قدرها $٣\frac{1}{2}$ جنيه، وتبلغ التكلفة المحتسبة لوحدة الطاقة من المرحلة الثانية ($ل_2$) $١\frac{1}{2}$ جنيه ٠ ولتوضيح ذلك دعنا نفترض أننا نرغب فعلا فى انتاج وحدة واحدة من $س_1$ ٠ وحيث أن طاقة المرحلة الثانية مستغلة بالكامل ، فانه يلزم لانتاج هذه الوحدة توفير الطاقة اللازمة لها من هذه المرحلة بتخفيض انتاج $س_2$ ٠ وحيث أن وحدة $س_1$ تتطلب ساعة بينما وحدة $س_2$ تتطلب ٤ ساعات من هذه المرحلة فان انتاج وحدة $س_1$ يقتضى تخفيض $س_2$ بمقدار $\frac{1}{4}$ وحدة ، وبالتالى الارباح الحالية

الارباح الحالية	٥١٠ جنيه
اضافة وحدة من $س_1$ (١ × ٥ جنيه)	٥ "
خفض $\frac{1}{4}$ وحدة من $س_2$ ($\frac{1}{4}$ × ٦ جنيه)	($١\frac{1}{2}$) "
الارباح الجديدة	$٥١٣\frac{1}{2}$ "
الزيادة فى الارباح باضافة وحدة من $س_1$	$٣\frac{1}{2}$ "

لاحظ أن الارقام الموجبة فى (١)' تعنى أرباح محققة أو يمكن تحقيقها بينما الارقام السالبة تعنى تكاليف أو خسائر محققة أو يمكن أن تتحقق ، بالانتقال الى وضع جديد، وحيث يترتب على اضافة $س_1$ للانتاج اضافة صافية الى حصيلة الارباح المباشرة، فانه يصبح من الضرورى اجراء ذلك ، وتصبح المشكلة هى تحديد عدد الوحدات اللازم اضافتها لخطة الانتاج من $س_1$ ٠

وكقاعدة عامة ، فسان عدد الوحدات الواجب اضافتها من منتج معين تتحدد بقسمة ثوابت القيود فى الصيغة الجبرية للحل الأساسى الذى تم التوصل اليه على المعاملات السالبة للمنتج أو المتغير المرغوب اضافته فى هذه القيود ، واختيار أكبرها جبريا (أو أصغرها كقيمة مطلقة) ٠

وبالنظر الى القيدين (٢/١)'' و (٢/٢)'' فى الصيغة الجبرية للحل الاساسى الثانى

نجد أن :

ثابت القيد (١/٢)″ = ١٥٠

معامل س١ فى هذا القيد = (ـ ½ ٢)

الثابت على المعامـــل = ١٥٠ ÷ (ـ ½ ٢) = ـ ٦٠

ثابت القيد (٢/٢)″ = ٨٥

معامل س١ فى هذا القيد = (ـ ¼)

الثابت على المعامـــل = ٨٥ ÷ (ـ ¼) = ٣٤٠

وبالتالى يكون الحد الاقصى لعدد الوحدات الممكن اضافته من س١ هو ٦٠ وحدة ٠

ولنعود الآن لتوضيح مغزى هذه القاعدة العامة قبل اتخاذ الاجـــــراءات المؤدية الى الحل الأساسي الثالث ٠

فيلاحظ أولا أن ثوابت القيود اما أنها تمثل طاقات عاطلة (ل١ = ١٥٠ فى المرحلـــة الاولى) أو منتجات تم التخطيط لانتاجها (س٢ = ٨٥ فى القيد (٢/٢)″) فى الحل الأساسى الذى تم التوصل اليه (الثانى) ٠ وحيث الرغبة هى اضافة منـــتج للخطـــة هو غير موجود فيها ، فان هذه الاضافة سوف تؤدى فى كل الحالات الى تخفيـــــض الطاقات العاطلة أو حجم انتاج المنتج أو المنتجات الموجودة حاليا بالخطة أو كـــلا من الطاقات والمنتجات ٠ ويتم هذا التخفيض طبقا لمعاملات الاحلال بين المنتـــــج المرغوب اضافته والمنتجات الاخرى والمراحل الانتاجية المختلفة ٠ ويلزم أن تكـــــون معاملات المنتج المرغوب اضافته سالبة حيث يعنى ذلك أن انتاج المنتج يستنفد طاقات أو يؤدي إلى نقص وحدات من منتجات أخرى ٠ أما اذا كانت المعاملات موجبة فهذا يعنى أن اضافة المنتج سوف يزيد من الطاقات العاطلـــة أو سوف يزيد من حجـــــم انتاج منتجات أخرى ٠ ولا شك أن زيادة الطاقة العاطلة أو زيادة أنتاج المنتجـــات الاخرى عما هو فى الحل الاساسى الذى تم التوصل اليه لن يتعارض مع الهدف ، بينما تخفيض انتاج هذه المنتجات سوف يتعارض مع الهدف طالم يحدث ما يعوضه ويزيد عليه فى الحل الاساسى الجديد ٠

ولتوضيح العلاقة بين المعاملات والطاقات العاطلة والمنتجات لننظر ثانية فى القيدين (١/٢)″ و (٢/٢)″ ٠ فمعامل س١ فى (١/٢)″ = ـ ٢½ ، وهو يعنـــى

أن انتاج وحدة واحدة من $س_١$ سوف يؤدى الى استنفاد ½ ٢ ساعة من الطاقة العاطلة $ل_١$ غير أننا نعرف من (١/٢) أن انتاج وحدة من $س_١$ يتطلب ٣ ساعات - وليس ½٢ ساعة، فكيف ذلك الاختلاف؟ والواقع أن هذا الاختلاف يرجع الى أنه فى ظل الحل الاساسى الثانى نجد أن الطاقة الخاصة بالمرحلة الثانية مستغلة بالكامل ولانتاج وحدة من $س_١$ يلزم توفير ساعة من طاقة المرحلة الثانية والتى لايمكن أن تتحقق الا بخفض انتاج $س_٢$ بمقدار ¼ وحدة . وسوف يؤدى هذا الخفض الى توفير ½ ساعة فى المرحلة الاولى بالأضافة الى الساعة المطلوبة من المرحلة الثانية . واذا ما استغلت هذه النصف ساعة فى انتاج $س_١$ فانه يلزم اكمالها الى ٣ ساعات للوحدة من هذا المنتج من الطاقات العاطلة فى المرحلة الأولى . وبالتالى فيلزم لكل وحدة من $س_١$ أن تسحب ½٢ ساعة من الطاقة العاطلة لتكمل احتياجها من المرحلة الاولى بعد استنفاد النصف ساعة التى نتج عن تخفيض انتاج $س_٢$ بواقع ربع وحدة لكل وحدة من $س_١$.

ويبقى بعد ذلك التساؤل الخاص بلماذا نختار أقل قيمة مطلقة (أكبر المقادير جبريا) ؟ واجابة هذا التساؤل تقع فى شقين الاول أننا لو اخترنا أكبر المقادير كقيمة مطلقة فان ذلك سوف يؤدى حتما الى الخروج عن حدود منطقة الامكانيات . فانتاج ٣٤٠ وحدة من $س_١$ مثلا غير ممكن لأن أقصى مايمكن انتاجه منه بطاقة المرحلة الاولى هو (٣٢٠ ÷ ٣) = $١٠٦ \frac{٢}{٣}$ وحدة ، والثانى أنه حتى ولو لم يؤدى ذلك الى الخروج عن حدود منطقة الامكانيات فى بعض الحالات المعينة فانه سوف يؤدى الى اخراج منتجات من خطة الانتاج بالكامل قد لايكون من المربح اخراجها . أضف الى كل ذلك أن أختيار أقل المقادير كقيمة مطلقة يجعلنا ننتقل على الحدود الخارجية لمنطقة الامكانيات من نقطة ركنية الى النقطة الركنية التى تليها دون الخروج عن حدودها . فاذا عدنا للشكل رقم (١/٢) فى البند (٣/٣) لوجدنا أننا فى الحل الاساسى الاول كنا عند نقطة الصفر ، وفى الحل الأساسى الثانى كنا عند النقطة ط وفى الحل الاساسى الثالث الذى سوف نتوصل اليه سوف نكون عند النقطة و .

ونصل الى الحل الأساسى الثالث بالتعويض عن قيمة $س_١$ كما تحددت بالقاعدة السابقة فى قيود الصيغة الرياضية للحل الأساسى الثانى ((١/٢)" ، (٢/٢)") كالآتى :

$س_1$ = ٦٠ ، $ل_2$ = صفر

$ل_1$ = ١٥٠ ـ ٢½ (٦٠) + ½ (صفر) = صفر .

$س_2$ = ٨٥ ـ ½ (٦٠) ـ ½ (صفر) = ٧٠ .

وبالتالى يكون الحل الاساسى الثالث هو :

$س_1$ = ٦٠ وحدة $س_2$ = ٧٠ وحدة

$ل_1$ = صفر $ل_2$ = صفـــــر

ع = ٥(٦٠) + ٦(٧٠) = ٧٢٠ جنيه

وبنفس الخطوات التى وصلتنا الى الصيغة الجبرية للحل الأساسى الثانى تكون الصيغة الجبرية للحل الأساسى الثالث كالآتـى :

من (٢/ ١)ً : $ل_1$ = ١٥٠ ـ ٢½ $س_1$ + ½ $ل_2$

$\therefore$ $س_1$ = ٦٠ ـ $\frac{٢}{٥}$ $ل_1$ + $\frac{١}{٥}$ $ل_2$ (٢/ ١)ً ً ً

من (٢/ ٢)ً : $س_2$ = ٨٥ ـ ½ $س_1$ ـ ½ $ل_2$

بالتعويض عن قيمة $س_1$ من واقع (٢/ ١)ً ً ً فى (٢/ ٢)ً ً

$\therefore$ $س_2$ = ٧٠ + $\frac{١}{١٠}$ $ل_1$ ـ $\frac{٣}{١٠}$ $ل_2$ (٢/ ٢)

وبالتعويض عن قيمة $س_1$ و $س_2$ من واقع (٢/ ١)ً ً ً و (٢/ ٢)ً ً فى دالة الهـــــدف نجد أن :

ع = ٥$س_1$ + ٦$س_2$ + صفر $ل_1$ + صفر $ل_2$

= ٥(٦٠ ـ $\frac{٢}{٥}$ $ل_1$ + $\frac{١}{٥}$ $ل_2$)+ ٦(٧٠+ $\frac{١}{١٠}$ $ل_1$ ـ $\frac{٣}{١٠}$ $ل_2$)+ صفر+ صفر

= ٧٢٠ ـ $\frac{٧}{٥}$ $ل_1$ ـ $\frac{٤}{٥}$ $ل_2$

ويلاحظ أن دالة الهدف لا تنطوى على معاملات موجبة لأى متغيرات، وهى تعنـى أن أقصى حصيلة للارباح يمكن تحقيقها هى ٧٢٠ جنيه ، ويكون سعر الظل المحتسب لوحدة الطاقة من المرحلة الاولى = $\frac{٧}{٥}$ جنيه (أى تكلفة وحدة الطاقة فى ظل هـــذه التشكيلة الانتاجية) ولوحدة الطاقة فى المرحلة الثانية = $\frac{٤}{٥}$ جنيه .

لاحظ أن هذه النتائج التى توصلنا اليها بالطريقة الجبرية ، تحققت بحـــل المشكلة بيانـيا مرتين : الاولى عن طريق حلها على اساس أنها مشكلة تقصية فى البند (٣/ ٢)شكل رقم (٤/ ١) حيث حصلنا على :

ع= ٧٢٠ جنيه ، $س_١$ = ٦٠ وحدة ، $س_٢$ = ٧٠ وحدة ، وطاقة المرحلتين مستغلة بالكامل .

والثانية عن طريق حلها كمشكلة تدنية كما فى البند (٣/٤) الشكل رقم (٨/١) حيث حصلنا على :

ت = ٧٢٠ جنيه ، $ص_١$ = $\frac{٧}{٥}$ جنيه، $ص_٢$ = $\frac{٤}{٥}$ جنيه ، حيث ص هى سعر الظل المحتسب للمرحلة المعينة .

وبذلك يتحقق مبدأ الثنائية منطقيا كماسوف نرى فيما بعد .

٦ _ الخلاصة :

عرضنا فى هذا الفصل الى التعريف بالبرمجة الخطية وعرفنا أنها طريقة رياضية منتظمة للتوصل الىأفضل الحلول الممكنة لمجموعة من المشاكل التى يمكن وضعها فى صيغة رياضية تكون جميع العلاقات فيها خطية متجانسة من الدرجة الاولى ثم انتقلنا بعد ذلك الى تحديد بعض متطلبات تطبيق البرمجة الخطية ومجالات التطبيق . وعن طريق عرض مشكلة مبسطة تعرفنا على أهم أركان النموذج النمطى للبرمجة الخطية وهى :

١) دالة الهدف ، وهى تمثل معيار التفضيل أو مرشد الاختيار بين البدائل فى النموذج كما تمثل الصيغة الرياضية للهدف المرغوب تحقيقه .

٢) القيود الموضوعية، وهى تلك التى تحدد منطقة الامكانيات المتاحة لحل المشكلة ولا يمكن الخروج على حدودها .

٣) القيود التلقائية ، وهى تلك التى عادة ماتنص فى النموذج النمطى للبرمجة الخطية على عدم امكانية وجود قيم سالبة لأى من متغيرات المشكلة .

وقد انتقلنا بعد ذلك لعرض وحل المشكلة المبسطة بيانيا حيث توصلنا الى بعض المبادئ الأساسية للبرمجة الخطية • فالحل الامثل لمشكلة البرمجة الخطية يلزم أن يقع على الحدود الخارجية لمنطقة الامكانيات ، ويلزم أن يكون عند نقطة ركنية لو كان الحل الامثل فريدا ، واذا تعددت الحلول المثالية المتكافئة فيقع أحدها على الأقل دائما عند نقطة ركنية ، كما تعرفنا على معاملات احلال منتج بآخر ودلالة هذه المعاملات بالنسبة للطاقات المتاحة ، ثم أوضحنا أن لكل مشكلة من مشاكل البرمجة وجهان وجه تعظية والوجة الثانى تدنية ، ويؤديان الى التوصل الى نفس النتائج • وقد ركزنا فى مشكلة التدنية التى تمثل ثنائى مشكلة تعظية حصيلة الارباح المباشرة على الاسعار المحتسبة لوحدات الطاقة فى الموارد المتاحة محدودة المقدار والقدرة فى الفترة القصيرة لما لها من أهمية سوف تتضح فيما بعد •

وانتقلنا في البند الخامس من هذا الفصل الى توضيح خطوات ميكانيكية الحل الجبرى لنفس المشكلة المبسطة، ووجدنا أننا نصل للحل الأمثل على مراحل كل منها يطلق عليه الحل الاساسى، ويكون الحل الاساسى الاول عند نقطة الصفر ويكون الحل الأساسى الاخير هو الأمثل ، كما عرفنا فكرة مبسطة عن كيفية التعرف على بلوغ الحل الامثل عن طريق التعويض فى دالة الهدف، كما تعرفنا على بعض الاجراءات المتبعة للانتقال من حل اساسى الى آخر• فيجب أن يتم فى الحل الأساسى الواحد تقديم منتج واحد أو ادخال متغير جديد واحد، كما يجب أن يتم هذا التقديم أو الادخال فى ظل الالتزام بالقاعدة العامة للأحلال بين المنتجات والموارد • وسوف تتضح أهمية هذه القواعد والمفاهيم والاجراءات فى الفصل التالى الذى سوف يختص بعرض الطريقة العامة لحل مشكلة البرمجة الخطية ، والمسماه بطريقة السمبلكس •

اسئلة وتمارين الفصل الاول

أولا : الأسئلة :

السؤال الأول : برر فيما لايزيد عن ثلاثة سطور خطأ أو صواب كل من العبارات التالية :

١ـ تصبح المشكلة موضوع الدراسة قابلة لتطبيق البرمجة الخطية مادامت علاقاتها خطية حتى ولو كانت غير صريحة •

٢ـ اذا لم تكن كل الموارد المتاحة محدودة المقدار أو القدرة، فانه لن يمكن حل المشكلة موضوع الدراسة بالبرمجة الخطية حتى ولو كانت علاقاتها خطية صريحة •

٣ـ يلزم تحديد معاملات دالة الهدف بدقة تامة وعلى وجه التأكيد بينما يلزم تحديد معاملات الاستخدام على وجه التقريب فى نموذج البرمجة الخطية •

٤ـ يعد نموذج البرمجة الخطيـة بديلا للادارة الرشيدة •

٥ـ تقوم دالة الهدف بدور دالة الانتاج فى شأن توازن المنتج بينما تقوم القيود الموضوعية بدور خط الميزانية فى شأن توازن المستهلك •

٦ـ يقصد بالارباح التى عادة مايتم تعظيمها فى نموذج البرمجة الخطية الارباح الصافية بعد خصم تكاليف الاستمرار فى العملية الانتاجية فى المدى الطويل •

٧ـ فى حالة وجود منتجين فانه يكفى أن يكون هناك موردا واحدا تكون طاقته محدودة لكى يتم انتاج المنتجين معـا فى التشكيلة المثاليـة •

٨ـ تشتق معاملات التبادل بين المنتجات من معاملات استخدامها من الموارد المختلفة، وتكون دائما ثابتة بصرف النظر عن اختلاف الموارد ومعاملات الاستخدام •

٩ـ يجب فى مشكلة البرمجة الخطية أن يكون الهدف متعارض مع القيود الموضوعية •

١٠ـ يجب أن يكون الحل الامثل لمشكلة البرمجة الخطية حلا فريدا •

١١ـ لابد وأن يتفق الاستغلال الأمثل للطاقة مع الاستغلال الكامل لها •

١٢ـ تكون الصيغة الثنائية لمشكلة البرمجة الخطية صورة طبق الأصل من صيغة المشكلة الاصليـة •

١٣ـ اذا كانت دالة الهدف متوازيـة مع متساوية أحد القيود الموضوعية فلا يكون للمشكلة حلا أمثلا •

١٤ـ اذا كانت دالة الهدف متوازية مع متساوية أحد القيود التلقائية فالحل الامثل يقع عند نقطة الصفر •

١٥ـ يمكن فى الانتقال من حل أساسى الى آخر اضافة أكثر من منتج جديد للحل الاساسى الجديد •

١٦ـ عند حساب عدد الوحدات الواجب انتاجها من المنتج المرغوب اضافته فى الحل الأساسى الجديد يجب أن لانهمل معاملات الاحلال الموجبة •

١٧ـ أسعار الظل المحتسبة للموارد النادرة تعادل دائما أسعارها التبادلية فى السوق •

١٨ـ يؤدى حل مشكلة البرمجة بيانيا الى الحصول على البيانات اللازمة عن تشكيلة الانتاج المثالية وأقصى أرباح ممكن تحقيقها وأسعار ظل الموارد النادرة ، ومعاملات الاحلال بين المنتجات •

السؤال الثانى : أكتب مذكرات مختصرة عن :

١ـ دالة الهدف ٢ـ منطقة الامكانيات ٤ـ تشكيلة الانتاج المثالية
٤ـ أسعار الظل المحتسبة . ٥ ـ القاعدة العامة لحساب الكميات الواجب اضافتها من منتج جديد لتشكيلة انتاج قائمة ٦ـ مبدأ الثنائيــة •

ثانيا : التمــاريـــن :

التمرين الاول :

وضح كل من النماذج التالية بيانيا (كل على رسم بيانى مستقل) مع تظليل منطقة الامكانيات فى كل حالة •

١ـ س١ ≥ صفر ٢ـ س١ + ٢س٢ ≥ ١٢
س٢ ≥ صفر
س١ ≤ ١٠ ٢س١ + ٤س٢ ≥ ٢٤
س٢ ≤ ١٢ س١ ≤ ٥
س٢ ≥ صفر

٣ـ $٢س_{١} - س_{٢} \geq -٤$

$٢س_{١} + س_{٢} \geq ١٢$

$س_{١} + ٣س_{٢} \geq ١٦$

$س_{١} - س_{٢} \geq ٨$

٤ـ $ع = ٣س_{١} + ٦س_{٢}$

$س_{١} + س_{٢} \leq ١٥$

$٢س_{١} + س_{٢} \leq ١٨$

$س_{١} + ٢س_{٢} \leq ٢٤$

٥ـ $ع = ٣س_{١} + ٦س_{٢}$

$س_{١} + س_{٢} \leq ١٥$

$٢س_{١} + س_{٢} \leq ١٨$

$س_{١} + ٣س_{٢} \leq ٢٤$

٦ـ $ت = ٢س_{١} + ٣س_{٢}$

$س_{١} + س_{٢} \geq ١٨$

$٢س_{١} + س_{٢} \geq ١٦$

$٥س_{١} + س_{٢} \geq ٢٠$

التمرين الثانى :

شعر السيد عبد الواحد الغضبان بأرهاق شديد، فتوجه الى طبيبه الخاص الذى نصحه أن يتعاطى يوميا مالا يقل عن ٤٨ وحدة من فيتامين $ب_{١}$، و٥٠ وحدة من فيتامين $ب_{٢}$. وتوجه السيد الغضبان الى صيدليته المفضلة حيث أبلغة الصيدلى أن لدية نوع من الحبوب يحتوى كل منها على وحدة واحدة من فيتامين $ب_{١}$ وخمس وحدات من $ب_{٢}$ ونوع من الكبسولات يحتوى كل منها على أربع وحدات من فيتامين $ب_{١}$ ووحدة واحدة من $ب_{٢}$. ويبلغ سعر الحباية الواحدة قرشا واحدا بينما يبلغ سعر الكبسولة الواحدة ثلاثة قروش . بصفتك السيد عبد الواحد الغضبان، ماهى التشكيلة المثالية من الحبوب والكبسولات التى يجب عليك تعاطيها يوميا لتنفيذ تعليمات الطبيب والتى تكلفك أقل مايمكن . الرجا محاولة حل هذه المشكلة على أساس أنها مشكلة تدنية وعلى اساس أنها مشكلة تعظيم منافع (من فيتامين $ب_{١}$ و $ب_{٢}$) بيانياء حاول أن تقوم بحل مشكلة التعظيم جبريا .

التمرين الثالث :

تقوم شركة السيارات العصرية بانتاج نموذجين من السيارات، النموذج الأول فاخر للعائلات والنموذج الثانى چيب للاعمال الشاقة . وتحقق الشركة أرباح مباشرة على النوع الاول قدرها ٦٠٠ جنيه، وقدرها ٣٠٠ جنيه على الچيب . ويتطلب

انتاج السيارة الواحدة من النوع الاول ٣٠ ساعة فى خط التجميع و ١٠ ساعات فـــى خط التشطيب والدوكو، وساعتين فى مركز الفحص والاختبار ، بينما تحتاج الچيب الـى ١٢ ساعة على خط التجميع و ٨ ساعات فى خط التشطيب والدوكو وأربع ساعات فى مركـز الفحص والاختبار. وتبلغ طاقة خط التجميع ٦٠٠٠ ساعة فى الفترة الانتاجية، بينمـا تبلغ طاقة خط التشطيب والدوكو ٢٦٠٠ ساعة فى نفس الفترة ، وتبلغ طاقة مركز الفحـص والاختبار ١٠٠٠ ساعة فى الفترة.. فما هى تشكيلة الانتاج المثالية التى تحقق أكـــبر حصيلة من الارباح المباشرة ؟ الرجا حل المشكلة بيانيا وجبريا .

التمرين الرابع :

١ـ نفس بيانات المشكلة السابقة فيما عدا أن الارباح المباشرة على السيارة الفاخرة تتساوى مع الارباح المباشرة للچيب حيث تحقق الوحدة من كل منهما ٥٠٠ جنيه .

٢ـ نفس بيانات المشكلة فى التمرين الثالث فيما عدا أن الأرباح المباشرة على السيارة الفاخرة تبلغ ٦٠٠ جنيه وعلى الچيب ٢٤٠ جنيه(الرجا الاكتفاء بالحل البيانى).

٣ـ نفس بيانات المشكلة فى التمرين الثالث فيما عدا أن الربح المباشر على الســـيارة الفاخرة يبلغ ٣٠٠ جنيه وعلى الچيب ١٠٠ جنيه (الرجا حلها بيانيا وجبريا).

التمرين الخامس :

تقوم احدى الشركات بانتاج منتجين يمر كل منهما على مرحلتين انتاجيــــتين متتاليتين . وفيما يلى مصفوفة المعاملات الفنية لكل من المنتجـين من المرحلتين وكذلـك متجة العمود (ب) .

المنتجات

$$[أ] = \text{المراحل} \begin{bmatrix} ٢ & ٣ \\ ١ & ٤ \end{bmatrix} ، \quad [ب] = \begin{bmatrix} ٣٦ \\ ٤٠ \end{bmatrix}$$

وتحقق الشركة أرباح مباشرة قدرها ٤ جنيه على المنتج الأول و ٨ جنيه على المنتج الثانـــى .

المطلوب : (١) حل المشكلة بيانيا وجبريا على أنها مشكلة تعظيم أرباح .
(٢) حل المشكلة بيانيا على أنها مشكلة تدنية تكاليف .

الفصل الثانى
فى
البرمجة الخطية (تابع)
طريقة السمبلكس

١ - مقدمة :

تعتبر طريقة السمبلكس التى قدمها دانتزج Dantzig سنة ١٩٤٧ لحل مجموعة مشاكل البرمجة الخطية أحد الاكتشافات الرياضية الهامة للقرن العشرين • فهى كطريقة عامة تعتبر أهم الطرق فى هذا المجال وأكثرها كفاءة وفعالية.وقد ساهمت الأبحاث اللاحقة لدانتزج وعدد كبير من الرواد الآخرين مثل كهن H.W.Kuhn وتكر A.W.Tucker ، وشابلى L.S.Shapely ، وكارنس A.Charnes ، وغيرهم فى تطوير الطريقة وتحسينها ورفع مستوى كفاءتها والتغلب على بعض المشاكل التى كانت تحد من سلاسة تطبيقها •

وتقوم طريقة السمبلكس على مبادئ ومفاهيم رياضية متقدمة ومعقدة • غير أنه لايلزم الالمام بهذه المبادئ والمفاهيم لأغراض الالمام بالطريقة ذاتها ومغزاها ودلالاتها • ولحسن الحظ ، فهى كطريقة ذات منهجية رياضية منتظمة ترتكن الى ما يسمى "نهج الاستبعاد الكامل" لجاوس Gauss وجوردن Jordan •وهذا النهج لايستلزم خلفية رياضية متقدمة لاستيعابه ، بل يكفى الالمام بقليل من القواعد الجبرية وقواعد جبر المصفوفات البسيطة •وسوف نبدأ فى هذا الفصل بتقديم نهج الاستبعاد الكامل ومنه ننطلق الى طريقة السمبلكس •

٢ - نهج الاستبعاد الكامل :

يقوم نهج الاستبعاد الكامل على بعض القواعد الجبرية العامة والمبسطة والتى تنطبق على أنظمة المعادلات الخطية الآنية • ولتوضيح هذه القواعد لنفترض أن لدينا نموذج من ثلاث معادلات فى ثلاثة متغيرات كالآتى :

$$\begin{aligned} \text{س}_1 + \text{٣س}_2 + \text{٤س}_3 &= \text{٢} \\ \text{٢س}_1 + \text{٤س}_2 + \text{٥س}_3 &= \text{٨} \\ \text{س}_1 - \text{٢س}_2 - \text{٣س}_3 &= \text{١٠} \end{aligned} \qquad (\text{١})$$

وتكون الصيغة الجبرية لهذه المعادلات الثلاثة في صورة جبر مصفوفات كالآتى :

$$\begin{bmatrix} \text{١} & \text{٣} & \text{٤} \\ \text{٢} & \text{٤} & \text{٥} \\ \text{١}- & \text{٢}- & \text{٣}- \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} \text{س}_1 \\ \text{س}_2 \\ \text{س}_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \text{٢} \\ \text{٨} \\ \text{١٠} \end{bmatrix} \qquad (\text{١/١})$$

وفى صورة رمزية تكون :

$$[\text{أ}] \times [\text{س}] = [\text{ب}] \cdot$$

ولحل هذا النموذج بنهج الاستبعاد الكامل يكون المطلوب هو استبعاد س_1 من المعادلتين الثانية والثالثة ، واستبعاد س_2 من المعادلتين الاولى والثالثة ،واستبعاد س_3 من المعادلتين الأولى والثانية ، وبمعنى آخر يكون المطلوب هو تحويل المصفوفة [أ] الى مصفوفة وحدة [I] • ويتم ذلك طبقا للقاعدة التالية :

يمكن ضرب أى معادلة فى النموذج فى أى رقم موجب أوسالب واضافتها الى معادلة أخرى دون أن تتغير الخصائص الرياضية للنموذج •

وللتوصل للهدف المطلوب بتطبيق هذه القاعدة نقوم بالآتــى :

١ — نضع المصفوفة [أ] مجاورة لمتجه العمود [ب] كالآتــى :

$$\left[\begin{array}{ccc|c} \text{١} & \text{٣} & \text{٤} & \text{٢} \\ \text{٢} & \text{٤} & \text{٥} & \text{٨} \\ \text{١}- & \text{٢}- & \text{٣}- & \text{١٠} \end{array}\right] \begin{array}{l} \text{الصف الاول} \\ \text{الصف الثانى} \\ \text{الصف الثالث} \end{array} \qquad (\text{١/٢})$$

وحيث معامل س_1 فى الصف الاول هو ١ فيظل كما هو،ويكون المطلوب تحويل معامل س_1 (العمود الاول) فى الصف الثانى الى صفر وتحويل معامل س_1 فى الصف الثالث الى صفر • ويتحول معامل س_1 فى الصف الثانى الى صفر بضرب الصف الأول (أو الصف الثالث) فى —٢ واضافته الى الصف الثانى • كما يتحول معامل س_1 فى الصف الثالث الى صفر بضرب الصف الأول فى —١ واضافته الى الصف الثالث (أو بضرب

الصف الثاني في ـ ½ واضافته الى الصف الثالث)٠ لاحظ أن العملية تنصب على كل من [أ] و [ب] لينتج :

١	٣	٤	٢	الصف الاول /	
صفر	ـ٢	ـ٣	٤	الصف الثاني/	(١/٣)
صفر	ـ٥	ـ٧	٨	الصف الثالث /	

ويكون المطلوب في النموذج (٣/١) هو : تحويل معامل $س_٢$ في الصف الثاني/ من ـ٢ الى ١ ، وتحويل معامل $س_٢$ في الصف الأول من ٣ الى صفر وتحول معامل $س_٢$ في الصف الثالث من ـ٥ الى صفر ٠ ويتم ذلك بالترتيب كالآتي : قسمة الصف الثاني/ على ـ٢ ، ضرب الصف الثاني / في $-\frac{٣}{٢}$ واضافتـه للصف الأول / ، ضرب الصف الثاني/ في $-\frac{٥}{٢}$ واضفته للصف الثالث لينتج :

١	صفر	ـ ½	٨	الصف الأول //	
صفر	١	$\frac{٣}{٢}$	ـ٢	الصف الثاني //	(١/٤)
صفر	صفر	½	ـ٢	الصف الثالث //	

وبتطبيق نفس الخطوات السابقة على معاملات $س_٣$ (العمود الثالث) يلزم تحويل معامليها في الصفين الاول// والثاني // الى صفر ومعاملها في الثالث // الى ١ لينتج :

١	صفر	صفر	٦	الصف الاول	
صفر	١	صفر	٤	الصف الثاني	(١/٥)
صفر	صفر	١	ـ٤	الصف الثالث	

وهذا يعني أن :

$س_١ = ٦$ ، $س_٢ = ٤$ ، $س_٣ = -٤$

هو الحل الجبري لهذا النموذج من المعادلات الخطية الآتية .

والطريقة التي اتبعناها في التوصل الى هذا الحل هي نهج الاستبعاد الكامل لجاوس وجوردن ٠

٢ـ١ـ نهج الاستبعاد الكامل فى حالة زيادة المتغيرات عن المعادلات :

لعله من الواضح أنه لايلزم فى مشاكل البرمجة الخطية أن يتساوى عدد القيود مع عدد متغيرات المشكلة • فقد يوجد فى المشكلة عدد من الموارد محدودة المقدار أو القدرة يقل كثيرا أو قليلا عن عدد المنتجات المطلوب اختيار التشكيلة المثالية من بينها • وبالطبع فان حل النموذج الرياضى للمشكلة فى هذه الحالة لن يؤدى الى اختيار كل المنتجات فى تشكيلة واحدة• والواقع أنه لن يمكن بأى حال من الأحوال أن تحتوى تشكيلة المنتجات فى ظل هذه الظروف على عدد من المنتجات يزيد على عدد القيود الموضوعية • وكقاعدة عامة يكون عدد المنتجات فى التشكيلة المثالية (أو عدد المتغيرات الأصلية فى الحل الأمثل) مساويا على الاكثر لعدد القيود الموضوعية أو يقل عنها • فكيف يمكن التوصل الى حل مشكلة بهذه المواصفات ، أى مماثلة لمشكلة يكون فيها عدد المتغيرات أكبر من عدد المعادلات،بنهج الاستبعاد الكامل •

لتوضيح ذلك دعنا نفترض مشكلة فى خمسة متغيرات فى ثلاث معادلات كالآتى :

$$٣س_{١} - س_{٢} + ٢س_{٣} - س_{٤} + ٢س_{٥} = ٤٢$$

$$س_{٢} + ٣س_{٣} + ٢س_{٤} + س_{٥} = ١٥ \qquad (١)$$

$$-٢س_{١} - ٢س_{٣} + س_{٥} = -٣٠$$

ولنفرض أن المطلوب فى (١) عاليه هو حل المشكلة لقيم كل من $س_{١}$ ، $س_{٢}$، $س_{٣}$ معبرا عنها بدلالة $س_{٤}$ ، $س_{٥}$ • فعندئذ،متى تحددت قيم هذين المتغيرين الاخيرين، تتحدد قيم باقى المتغيرات •

ولنبدأ بوضع بيانات المشكلة فى صورة جدول نعتاد على استخدامه على شكل مصفوفة [أ] مجاورة للعمود [ب] ومعنونة بالمتغيرات على الشكل الآتى :

الصف	ب	$س_{١}$	$س_{٢}$	$س_{٣}$	$س_{٤}$	$س_{٥}$
١	٤٢	(٣)	-١	٢	-١	٢
٢	١٥	صفر	١	٣	٢	١
٣	-٣٠	-٢	صفر	-٢	صفر	١

الجدول الأول

وطبقا لنهج الاستبعاد الكامل يصبح المطلوب هو استبعاد س١ من الصفين الثانى والثالث وتحويل معامله فى الصف الاول الى ١ ، واستبعاد س٢ من الصفين الاول والثالث واستبعاد س٣ من الصفين الاول والثانى ويتم ذلك كالآتى :

١ ــ تحويل معامل س١ الى الوحدة فى الصف الأول : ويتم ذلك بقسمة الصف ١ على ٣ التى تمثل معامل س١ حاليا ، ويطلق على المعامل الحالى للمتغير س١ عنصر البؤرة وهو محاط بدائرة فى الجدول الأول ، ويكون الصف الأول الجديد بعد ذلك كالآتى :

الصف	ب	س١	س٢	س٣	س٤	س٥	
١	١٤	١	ـ ١/٣	٢/٣	ـ ١/٣	٢/٣	الصف الاول الجديد

٢ ــ حيث معامل س١ فى الصف ٢ فى الجدول الاول صفر فيبقى كما هو ليكون الصف الثانى الجديد .

الصف	ب	س١	س٢	س٣	س٤	س٥
٢	١٥	صفر	١	٣	٢	١

٣ ــ لتحويل معامل س١ فى الصف الثالث الى الصفر فيلزم ضرب الصف الأول فى الجدول الأول فى ـ٢ أو ، وهو يؤدى الى نفس النتيجة ، بضرب الصف الاول الجديد فى ٢/٣ ، واضافته للصف الثالث فى الجدول الأول . ويكون الصف الثالث الجديد نتيجة ذلك كما هو مبين فى الجدول الثانى .

الصف	ب	س١	س٢	س٣	س٤	س٥	
١	١٤	١	ـ ١/٣	٢/٣	ـ ١/٣	٢/٣	
٢	١٥	صفر	(١)	٣	٢	١	الجدول الثانى
٣	ـ٢	صفر	ـ ٢/٣	ـ ٢/٣	ـ ٢/٣	٧/٣	

وحيث تم استبعاد $س_١$ من الصفين الثانى والثالث (معاملاته فيها = صفر)، تصبح الخطوة التالية هى استبعاد $س_٣$ من الصفين الأول والثالث بنفس الطريقة . وحيث معامل $س_٢$ فى الصف ٢ هو الوحدة ، فان هذا الصف يظل دون تغيير. لاحظ أن هذا المعامل هو ما أطلقنا عليه عنصر البؤرة، وهو محاط بدائرة فى الجدول الثانى، كما أن الصف الذى يقع فيه يسمى صف البؤرة ، والعمود الذى يقع فيه يسمى عمود البؤرة ويصبح المطلوب هو تحويل باقى معاملات عمود البؤرة الى الصفر. ويتم ذلك كالآتى :

١ - بالنسبة للصف الأول (المطلوب استبعاد $-\frac{١}{٣}$) . اضرب صف البؤرة فى $\frac{١}{٣}$ واجمعه جبريا على الصف الأول لتحصل على الصف الأول الجديد .

٢ - بالنسبة للصف الثالث (المطلوب استبعاد $-\frac{٢}{٣}$) اضرب صف البؤرة فى $\frac{٢}{٣}$ واجمعه جبريا على الصف الثالث لتحصل على الصف الثالث الجديد .

ويوضح الجدول الثالث كل ذلك :

الجدول الثالث

الصف	ب	$س_١$	$س_٢$	$س_٣$	$س_٤$	$س_٥$
١	١٩	١	صفر	$\frac{٥}{٣}$	$\frac{١}{٣}$	١
٢	١٥	صفر	١	٣	٢	١
٣	٨	صفر	صفر	$\frac{٤}{٣}$	$\frac{٢}{٣}$	٣

ويبقى بعد ذلك تحويل عنصر البؤرة فى الجدول الثالث الى الوحدة واستبعاد باقى عناصر عمود البؤرة (العمود الثالث الخاص بالمتغير $س_٣$) بتحويلها الى الصفر. ويتم تحويل عنصر البؤرة الى الوحدة بضرب صف البؤرة (الصف الثالث) فى الجدول الثالث فى $\frac{٣}{٤}$ لنحصل على الصف الثالث الجديد كالآتى :

الصف الثالث الجديد

الصف	ب	$س_١$	$س_٢$	$س_٣$	$س_٤$	$س_٥$
٣	٦	صفر	صفر	١	$\frac{١}{٢}$	$\frac{٩}{٤}$

ويستبعد المعامل ($\frac{٥}{٣}$) فى الصف الأول فى عمود البؤرة فى الجدول الثالث عن طريق ضرب الصف الثالث الجديد فى ($-\frac{٥}{٣}$) واضافته للصف الاول . ويستبعد المعامل (٣) فى الصف الثانى من نفس العمود بضرب الصف الثالث الجديد فى (-٣) واضافته للصف الثانى. وتظهر نتائج هذه العمليات فى الجدول الرابع .

الجدول الرابع

الصف	ب	$س_1$	$س_2$	$س_3$	$س_4$	$س_5$
١	٩	١	صفر	صفر	$-\frac{1}{2}$	$-\frac{11}{4}$
٢	٣ـ	صفر	١	صفر	$\frac{1}{2}$	$-\frac{23}{4}$
٣	٦	صفر	صفر	١	$\frac{1}{2}$	$\frac{9}{4}$

ويمثل الجدول الرابع حل المشكلة للمتغيرات $س_1$ ، $س_2$ ، $س_3$ بدلالة $س_4$ و$س_5$ ٠
فمن معادلة الصف الاول نجد أن :

$$س_1 = 9 - (-\frac{1}{2}س_4 - \frac{11}{4}س_5) = 9 + \frac{1}{2}س_4 + \frac{11}{4}س_5 \quad (1/1)$$

ومن معادلة الصف الثانى نجد أن :

$$س_2 = -3 - (\frac{1}{2}س_4 - \frac{23}{4}س_5) = -3 - \frac{1}{2}س_4 + \frac{23}{4}س_5 \quad (2/1)$$

ومن معادلة الصف الثالث نجد أن :

$$س_3 = 6 - (\frac{1}{2}س_4 + \frac{9}{4}س_5) = 6 - \frac{1}{2}س_4 - \frac{9}{4}س_5 \quad (3/1)$$

ومن الواضح أننا نستطيع الحصول على عدد لا نهائى من الحلول الممكنة للنموذج فى (١/١) و (٢/١) و (٣/١) ، والمعادل للجدول الرابع ، باعطاء كل من $س_4$ و $س_5$ قيما مختلفة ٠ واذا فرضنا أن قيمة $س_4$ = صفر وقيمة $س_5$ = صفر لوجدنا أن حل هذا النموذج كالآتى :

$$س_1 = 9 \text{ ، } س_2 = -3 \text{ ، } س_3 = 6$$

ويسمى هذا الحل حلا أساسيا ، كما تسمى المتغيرات $س_1$، $س_2$، $س_3$ الظاهرة فيه متغيرات أساسية ، بينما المتغيرين $س_4$ ، $س_5$ المفترض قيمتهما مساوية للصفر فيسميان متغيرات غير أساسية ٠

والواقع أن نهج طريقة السمبلكس لا يختلف عن نهج الاستبعاد الكامل الذى وضحناه فى هذا المثال الأخير .

٣ـ طريقة السمبلكس والمشكلة المبسطة :

لنسترجع الآن الصيغة الرياضية للمشكلة المبسطة التى عرضناها بيانيا وجبريا فى الفصل السابق لنرى كيف يتم حلها بطريقة السمبلكس . فقد كانت المشكلة كما يلى :

عظم $ع = ٥س_١ + ٦س_٢$ (١)

فى ظل: $٣س_١ + ٢س_٢ \geqslant ٣٢٠$ (٢/١) ، $س_١ + ٤س_٢ \geqslant ٣٤٠$ (٢/٢) (٢)

$س_١ \leq صفر$ ، $س_٢ \leq صفر$ (٣)

ولنبدأ بالقيود الموضوعية (٢) لتحويلها الى متساويات باضافة ماسبق أن أطلقنا عليه المتغيرات العاطلة عندما قمنا بحل هذه المشكلة جبريا . ولنرمز للطاقة العاطلة فى المرحلة الأولى (٢/١) بالرمز $س_٣$ (بدلا من $ل_١$) ولنرمز للطاقة العاطلة فى (٢/٢) بالرمز $س_٤$. وبالتالى تصبح (٢) كالآتى :

$$\left.\begin{array}{l} ٣س_١ + ٢س_٢ + س_٣ = ٣٢٠ \\ س_١ + ٤س_٢ + س_٤ = ٣٤٠ \end{array}\right\} \quad (٢)'$$

فيصبح لدينا مشكلة فى أربعة متغيرات ومعادلتين . وحيث أن متغيرات الطاقة العاطلة لا تحقق ربحية كما سبق أن ذكرنا ، فانه يمكن اضافتها فى دالة الهدف بمعاملات صفرية لتصبح دالة الهدف كالآتى :

$$ع = ٥س_١ + ٦س_٢ + صفر\ س_٣ + صفر\ س_٤ \quad (١)'$$

ويصبح المطلوب هو ايجاد أكبر قيمة ممكنة للمتغير ع ، والتى تتحقق بالقطع بأعلى قيم ممكنة لكل من المتغيرين $س_١$ ، $س_٢$.

واذا افترضنا فى (٢)/ أن كل من $س_1$ و $س_2$ يساوى الصفر، لتبقى طاقة المرحلتين عاطلة بالكامل ، فان النتيجة سوف تكون $س_3$ = ٣٢٠ ساعة، $س_4$ = ٣٤٠ ساعة.ولنعيد ترتيب بيانات دالة الهدف (١)/ والقيدين (٢)/ فيما يسمى بجدول الحل الأساسى الأول ، والذى فيه تكون :

ع = صفر، $س_3$ = ٣٢٠ ، $س_4$ = ٣٤٠

حيث $س_3$، $س_4$ متغيرات أساسية فى الحل الأساسى ، $س_1$، $س_2$ متغيرات غير أساسية ، أى مساوية للصفر .

جدول الحل الأساسى الأول :

$ع_و$	$س^*$	ب	$س_1$	$س_2$	$س_3$	$س_4$	النسب
			٥	٦	٠	٠	$ع_و$
٠	$س_3$	٣٢٠	٣	٢	١	٠	١٦٠
٠	$س_4$	٣٤٠	١	(٤)	٠	١	٨٥ ←
المؤشرات		٠	٥	٦ ↑	٠	٠	

ويمثل صف الهدف($ع_و$)فى قمة الجدول معاملات المتغيرات فى دالة الهدف، كما فى(١)/ فهى بالنسبة للمتغير $س_1$ = ٥ وللمتغير $س_4$ مثلا = صفر . كما يمثل العمود الاول المعنون ($ع_و$) معاملات المتغيرات التى توجد فى الحل الأساسى من دالة الهدف (١)/ ، فمعامل $س_3$ = صفر ومعامل $س_4$ = صفر، ويمثل العمود المعنون[$س^*$] عمود متغيرات الحل الأساسى ، وهى بالنسبة للحل الاساسى الاول لهذه المشكلة [$س^*$] = [$س_3$، $س_4$] . ويمثل العمود [ب] قيم المتغيرات فى الحل الاساسى، فالمتغير $س_3$ = ٣٢٠ ، والمتغير $س_4$ = ٣٤٠ . وتمثل باقى الارقام فى المصفوفة تحت المتغيرات $س_1$ الى $س_4$ فى الصفين الاول والثانى ، معاملات الاستخدام

من واقع (٢)/ • أما عمود النسب فسوف يتضح معزاه وكيفيه الحصول على الارقـــام الظاهرة فيه حالا • (القاعدة الثانية)•

ويقوم صف المؤشرات بمهام دفة السفينة" فى طريقه السمبلكس ، حيث يوجه الــــــى الخطوات التالية الواجب اتخاذها للتوصل الى الهدف المنشود • ويتم الحصول علـــى الأرقام التى تظهر فيه جبريا كالآتـــى :

١ ـ نقوم بضرب معاملات الهدف للمتغيرات التى تظهر فى الحل الاساسى كمـــا تظهر فى العمود [ع و] فـــى العناصر المقابلة فى كل عمود من أعمده مصفوفه الاحتياجات، أى مصفوفة معاملات المتغيرات • فحاصل ضرب العمود [ع و] فى عمود معاملات $س_1$ مثلا يساوى صفر كالآتى :

$$\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix} \begin{matrix} \times & ٣ & = & \text{صفر} \\ \times & ١ & = & \text{صفر} \end{matrix}$$

كما أن حاصل ضرب العمود [ع و] فى عمود معاملات $س_2$ مثلا يكون مساويا للصفـــــر كالآتـــى :

$$\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix} \begin{matrix} \times & ٢ & = & \text{صفر} \\ \times & ٤ & = & \text{صفر} \end{matrix}$$

٢ ـ نقوم بطرح حصيلة الضرب فى الخطوات السابقه من معامل المتغير فى الصف (ع و) وهو صف الهدف ، أى من ربحيـــه المتغير فى دالة الهدف ، ونضع حصيلـــة الطرح فى اسفل عمود معاملات المتغير المعين ، أى فى صف المؤشراتـه وذلك طبعا فيما عدا العمود [ب] • فحصيلة الطرح بالنسبة للمتغير $س_1$ هى :

٥ ـ صفر = ٥ ، وبالنسبة للمتغير $س_2$ مثلا هى = صفر ـ صفر = صفر .

٣ ـ بالنسبة للعمود [ب] نقوم بضرب العمود [ع و] فى العمود [ب] ونضع حصيلة الضرب فى اسفل العمود فى صف المؤشرات • ويوضح هذا الرقم حصيلة الاربـــاح او العوائد التى تتحقق بالحل الأساسى الذى يوضحه الجدول •

وحيث توصلنا الى جدول الحل الاساسى الأول ، فان الخطوات التاليه لطريقة السمبلكس تتم طبقا للقواعد الآتية (مشكلة تعظيم) :

القاعدة الأولى : اذا وجد فى صف المؤشرات أرقاماً موجبة فيما عدا العمود (ب) قم باختيار أكبرها ، وميز العمود الذى يقع فى قاعدته هذا الرقم بعمود البؤرة (وقد ميزناه بسهم فى جدول الحل الأساسى الأول) . واذا لم توجد أرقام موجبة فى صف المؤشرات ، فيما عدا العمود [ب] ، نكون قد توصلنا الى الحل الأساسى الأمثل . ذلك مع مراعاة أن المشكلة هى مشكلة تعظيم أرباح أو منافع .

والواقع أن تطبيق هذه القاعدة على الحل الأساسى الأول يعنى اختيار المنتج الذى يحقق أكبر ربحية لادخاله فى برنامج الانتاج ، أى فى متغيرات الحل الاساسى . ونجد فى مشكلتنا المبسطة أن $س_٢$ هو المتغير الأكثر ربحية والذى يصبح من الواجب تقديمه فى الحل الأساسى فى الخطوة التالية . وتصبح المشكلة هى تحديد عدد الوحدات الواجب ادخالها فى الحل الأساسى لهذا المتغير . ويتحدد ذلك بالقاعدة التالية .

القاعدة الثانية : قم بحساب النسب الموجبة بين عناصر العمود [ب] فى الحل الاساسى وعمود البؤرة الذى تحدد بالخطوة السابقة ، قم باختيار أصغر هذه النسب وميز الصف الذى تقع فيه هذه النسبة بصف البؤرة . ولا تعتد بالنسب التى يكون فيها المقام مساويا للصفر حيث انها غير معرفة رياضيا ، ولانها تعنى عدم وجود علاقة بين المتغير فى عمود البؤرة وقيم العمود [ب] .

وبتطبيق هذه القاعدة على الحل الأساسى الأول نجد أن صف البؤرة هو صف $س_٤$ ، وقد ميزناه بسهم ، ويتقاطع صف البؤرة مع عمود البؤرة عند عنصر يسمى " عنصر البؤرة " والذى يظهر محاطا بدائرة فى جدول الحل الأساسى الأول . ونكون بذلك فى وضع يسمح لنا بالانتقال للحل الاساسى الثانى طبقا للاجراءات التاليه :

١ـ نقوم بقسمة صف البؤرة على عنصر البؤرة لنصل الى الصف الجديد الذى يحل محل صف البؤرة ويقع مكانه فى جدول الحل الأساسى الجديد .

٢ـ يحل المتغير الذى يعتلى عمود البؤرة فى الجدول السابق محل المتغير فى صف البؤرة عند تحديد متغيرات الحل الأساسى فى الجدول الجديد ، اى أن $س_٢$ يحل محل $س_٤$ فى العمود [$س^*$] فى جدول الحل الاساسى الثانى كما تحل ربحية المتغير الجديد فى [$س^*$] فى العمود [$ع_و$] محل ربحيه المتغير المستبعد . (تحل ربحية $س_٢$ محل ربحية $س_٤$) .

٣ـ نتخلص من باقى معاملات الاستخدام الخاصة بالمتغير الجديد فى عمود البؤره (فيما عدا عنصر البؤرة طبعا) وذلك باتباع نهج الاستبعاد الكامل لتحويل قيمة هذه المعاملات الى صفر .

٤ـ قم بحساب صف المؤشرات كما سبق أن أوضحنا .

٥ـ قم بتطبيق القاعدة الأولى ثم القاعدة الثانية فى الاجراءات بعاليه حتى تصل الى الحل الاساسى الأمثل .

وبتطبيق هذه القواعد والاجراءات نصل الى جدول الحل الأساسى الثانى فيما يلى :

جدول الحل الأساسى الثانى

$س_{٢}$ حلت محل $س_{٤}$

			٥	٦	٠	٠	$ع_{و}$
$ع_{و}$	$س^{*}$	ب	$س_{١}$	$س_{٢}$	$س_{٣}$	$س_{٤}$	النسب
٠	$س_{٣}$	١٥٠	$\frac{٥}{٢}$ (circled)	٠	١	$-\frac{١}{٢}$	٦٠ ←
٦	$س_{٢}$	٨٥	$\frac{١}{٤}$	١	٠	$\frac{١}{٤}$	٣٤٠
المؤشرات		٥١٠	$\frac{٧}{٢}$ ↑	٠	٠	$-\frac{٣}{٢}$	

ويوضح الجدول أن المتغيرات الأساسية هى $س_{٣}$ = ١٥٠ وتمثل الطاقة التى ما زالت عاطلة فى المورد الأول . كما أن $س_{٢}$ = ٨٥ وحدة، أى أن حجم انتاج المنتج الثانى هو ٨٥ وحدة . وحيث الوحدة تحقق ٦ جنيه أرباح مباشرة فان حصيلة الارباح المباشرة بهذه التشكيلة تكون ٥١٠ جنيه ، كما يتضح فى صف المؤشرات فى العمود (ب) . ويلزم قبل الانتقال للخطوات التالية أن نقوم بتوضيح مغزى صف المؤشرات وعمود النسب .

٣ـ١ـ مغزى صف المؤشرات ودلالة معاملات الاحلال :

سبق أن وضحنا كيفية الحصول على الارقام الظاهرة فى صف المؤشرات ·
والواقع أن الحصول على هذه الأرقام بهذه الطريقة له مغزاه ودلالته الاقتصادية · ولننظر الى الرقم $\frac{7}{2}$ تحت $س_1$ فى الجدول بعاليه مثلا . فللحصول على هذا الرقم قمنا بالعمليات الآتية :

١ـ ضربنا الرقم (صفر) فى العمود [$ع_و$] بجوار $س_3$ ، وهو يمثل ربحية $س_3$ فى العنصر $\frac{5}{2}$ الذى يمثل معامل الاستخدام الصافى للمنتج $س_1$ من الطاقة العاطلة $س_3$ · فلانتاج $\frac{1}{2}$ وحدة من $س_1$ يلزم ٣ ساعات من المورد الأول يتوفر منها نصف ساعة بتخفيض انتاج المنتج الثانى بمقدار ½ وحدة والباقى وهو ٢½ ساعة يتم الحصول عليه من الطاقة العاطلة فى المورد الأول ، والتى رمزنا لها بالرمز $س_3$ · وحيث أن الطاقة العاطلة قيمتها الأقتصادية صفر فاننا نضرب هذه الاحتياجات الصافية ($\frac{5}{2}$) فى قيمة الوحدة منها (صفر) لنحصل على العائد المفقود بأستخدامها فى انتاج $\frac{1}{2}$ وحدة من $س_1$ ·

كذلك ضربنا الرقم ٦ فى العمود [$ع_و$] ، وهو يمثل الربح المباشر على الوحدة من $س_2$ ، فى العنصر ($\frac{1}{4}$) الذى يمثل معامل احلال $س_1$ مع $س_2$ · فانتاج وحدة من $س_1$ يستدعى تخفيض انتاج $س_2$ بمقدار ¼ وحدة حتى تتوفر ساعة من طاقة المورد الثانى والمستغلة حاليا بالكامل فى انتاج $س_2$ · وتكون الارباح المفقودة نتيجة هذا الخفض = ٦ × ¼ = ١½ جنيه · وبذلك تكون جملة الارباح أو العوائد أو المنافع المفقودة نتيجة انتاج وحدة من $س_1$ كالآتى :

	جنيه
نتيجة استغلال ٢½ ساعة من الطاقة العاطلة فى المورد الأول = صفر × ٢½	= صفر
نتيجة تخفيض ¼ وحدة من انتاج $س_2$	= ٦ × ¼ = ١½
مجموع الفوائد أو المنافع المفقودة بانتاج وحدة من $س_1$	١½

٢ـ غير أن الوحدة من $س_1$ تحقق أرباح مباشرة تعادل ٥ جنيه للوحدة · وتمثل هذه الأرباح عوائد مضافة بانتاج $س_1$ · ولذلك فقد طرحنا مجموع حاصل هذا الضرب من هذه الأرباح كالآتى :

العوائد المضافة بانتاج وحدة من $س_1$ = ٥ جنيه
العوائد المفقودة بانتاج وحدة من $س_1$ = ١½ "

صافى العوائد المضافة بانتاج وحدة $س_1$ = ٣½ جنيه

ومادام هذا الصافى موجبا فهو يعنى امكانية الاضافة لحصيلة الأرباح المباشرة باضافة المتغير • ومن هذا تبرز دلالة ومغزى صف المؤشرات ومعاملات الاحلال •

هذا ويمكن اظهار هتين الخطوتين فى سبيل التوصل الى المؤشرات ، كما يتضح من جدول الحل الأساسى الثالث • فالمؤشرات هى عبارة عن الارباح المباشرة ($ع_و$) مطروحا منها ($ى_و$) التى تمثل حاصل ضرب العمود ($ع_و$) فى عمود معاملات كل متغير من متغيرات النموذج •

ونتبع نفس القواعد والاجراءات السابق ذكرها للتوصل للحل الأساسى الثالث كما يظهر فى الجدول •

ويتضح من الجدول أننا توصلنا الى الحل الأمثل ، حيث كل المؤشرات فى صف المؤشرات صفرية أو سالبة • ويوضح العمود ($س^*$) تشكيلة الانتاج المثالية ويوضح العمود (ب) كمياتها ، كما يوضح حصيلة الارباح المباشرة المثالية (أسفل العمود) وهى كالآتى :

$ع^*$ = ٧٢٠ جنيه ، ($س^*$) = ($س_1$ ، $س_2$)
= (٦٠ ، ٧٠)

جدول الحل الأساسى الثالث

$س_١$ حلت محل $س_٣$

$ع_و$	$س^*$	ب	$س_١$	$س_٢$	$س_٣$	$س_٤$	النسب
$ع_و$			٥	٦	٠	٠	
٥	$س_١$	٦٠	١	٠	٢/٥	−١/٥	
٦	$س_٢$	٧٠	٠	١	−١/١٠	٣/١٠	
المؤشرات $ى_و$		٧٢٠	٥	٦	−٧/٥	−٤/٥	
$ع_و - ى_و$			٠	٠	−٧/٥	−٤/٥	

كما يتضح أن الطاقة المتاحة مستغلة بالكامل حيث $س_٣$ والتى ترمز للطاقة العاطلة فى المرحلة الاولى ، و $س_٤$ والتى ترمز للطاقة العاطلة فى المرحلة الثانية ، كلاهما يساوى الصفر ٠

٣ـ٢ـ زيادة المتغيرات عن القيود الموضوعية :

يتناول هذا البند مثالا آخر يكون فيه عدد المتغيرات أكبر من عدد القيود الموضوعية ، لتحقيق قاعدة أن أى حل لمشكلة برمجة خطية لايمكن أن يزيد فيه عدد المتغيرات الأساسية عن عدد القيود الموضوعية،وذلك بالاضافة الى تثبيت خطوات طريقة السمبلكس وعرض مراحلها فى صورة أكثر توفيرا للوقت والجهد ٠ولنفرض المشكلة التالية فى صورتها الرياضية :

$$\text{عظم } ع = ٢س_١ + ٣س_٢ + ٤س_٣ + ٥س_٤ \qquad (١)$$

$$\text{فى ظل: } \left\{\begin{array}{l} ٣س_١ + ٢س_٢ + ٤س_٣ + ٤س_٤ \leqslant ١٢٠ \\ ٢س_١ + ٢س_٢ + ٣س_٣ + س_٤ \leqslant ٨٠ \\ س_١ + ٢س_٢ + ٣س_٣ + ٣س_٤ \leqslant ١٦٠ \end{array}\right. \qquad (٢)$$

$$س_١ ، س_٢ ، س_٣ ، س_٤ \geqslant \text{صفر} \qquad (٣)$$

وتبدأ خطوات الحل كالآتى :

١ـ نحول متباينات القيود الموضوعية (٢) الى متساويات باضافة متغيرات الطاقة العاطلة . ولنرمز لهذه المتغيرات بالرموز $س_٥$ ، $س_٦$، $س_٧$ فى القيود الثلاثة على التوالى ، فتصبح القيود الموضوعية كالآتى :

ب	$س_١$	$س_٢$	$س_٣$	$س_٤$	$س_٥$	$س_٦$	$س_٧$
١٢٠ =	٣	٢	٤	٤	١	٠	٠
٨٠ =	٢	٢	٣	١	٠	١	٠
١٦٠ =	١	٢	٣	٣	٠	٠	١

٢ـ نضيف متغيرات الطاقة العاطلة فى دالة الهدف بمعاملات صفرية كالآتى :

٢	٣	٤	٥	٠	٠	٠
$س_١$	$س_٢$	$س_٣$	$س_٤$	$س_٥$	$س_٦$	$س_٧$

٣ـ نعيد ترتيب الخطوتين السابقتين فى جدول الحل الأساسى الأول ، الذى تكون فيه متغيرات الطاقة العاطلة هى متغيرات الحل الأساسى ومساوية لطاقات الموارد المحدودة والمتاحة (ب) .

٤ـ نطبق القواعد والاجراءات السابق توضيحها لحساب صف المؤشرات واختيار عمود البؤرة وأختيار صف البؤرة والانتقال الى جدول الحل الأساسى التالى كما هو موضح فى الجداول الثلاثة التالية :

ع و	س و	ب	س١	س٢	س٣	س٤	س٥	س٦	س٧	النسب	
		ع و	٢	٣	٤	٥	٠	٠	٠		
٠	س٥	١٢٠	٣	٢	٤	(٤)	١	٠	٠	٣٠	جدول الحل الاساسى الاول
٠	س٦	٨٠	٢	٢	٣	١	٠	١	٠	٨٠	
٠	س٧	١٦٠	١	٢	٣	٣	٠	٠	١	٥٣ ١/٣	س٤ تحل محل س٥
المؤشرات		٠	٢	٣	٤	٥	٠	٠	٠		
٥	س٤	٣٠	٣/٤	١/٢	١	١	١/٤	٠	٠	٦٠	جدول الحل الاساسى الثانى
٠	س٦	٥٠	٥/٤	(٣/٢)	٢	٠	ـ ١/٤	١	٠	٣٣ ١/٣	س٢ تحل محل س٦
٠	س٧	٧٠	ـ ٩/٤	١/٢	٠	٠	ـ ٣/٤	٠	١	١٤٠	
المؤشرات		١٥٠	ـ ٧/٤	١/٢	ـ ١	٠	ـ ٥/٤	٠	٠		
٥	س٤	٤٠/٣	١/٣	٠	١/٣	١	١/٣	ـ ١/٣	٠		جدول الحل الاساسى الثالث
٣	س٢	١٠٠/٣	٥/٦	١	٤/٣	٠	ـ ١/٦	٢/٣	٠		الحل الامثل
٠	س٧	١٦٠/٣	ـ ٥/٣	٠	ـ ٢/٣	٠	ـ ٢/٣	ـ ١/٣	١		
المؤشرات		٥٠٠/٣	ـ ١٣/٦	٠	ـ ٥/٣	٠	ـ ٧/٦	ـ ١/٣	٠		

ويوضح الجدول الأول الحل الاساسى الأول، والذى منه يتبين أن عمود البؤرة يقع فى س٤ ، كما أن أصغر النسب بين العمود [ب] وعمود معاملات س٤ يوضح أن صف س٥ هو صف البؤرة • ويتم بذلك الانتقال لجدول الحل الاساسى الثانى والحلول الاساسية التالية بالخطوات الآتيـــه :

١ — بالنسبة لصف البؤرة فى الجدول الاول — نقوم بقسمة هذا الصف على الرقم (٤) الذى يمثل عنصر البؤرة ونستبدل $س_{٥}$ فى العمود [$س^{*}$] بالمتغير $س_{٤}$ ، ونضع ذلك فى الصف الاول من مصفوفة المعاملات لنحصل على الصف الأول الجديد ، كما نقوم باستبدال ربحية $س_{٥}$ فى العمود [$ع_{و}$] بربحية $س_{٤}$ ٠

٢ — نضرب الصف الاول الجديد فى (—١) (أو الصف الاول القديم الذى هو صف البؤره فى — ¼) ونضيفة للصف الثانى (صف $س_{٦}$) للتخلص من معامل $س_{٤}$ فى فى الصف الثانى وهو يساوى (١) ، ونضع حصيلة الأضافة فى الصف الثانى فى الجدول الجديد ٠

٣ — نضرب الصف الاول الجديد فى (—٣) (أو الصف الأول القديم الذى هو صف البؤرة فى — $\frac{٣}{٤}$) ونضيفة للصف الثالث (صف $س_{٧}$) للتخلص من معامل $س_{٤}$ فى الصف الثالث والذى يساوى (٣)، ونضع حصيلة الاضافة فى الصف الثالث فى الجدول الجديد ٠

٤ — نقوم بحساب صف المؤشرات فى الجدول الجديد (الجدول الثانى):

أ — نضرب العمود [$ع_{و}$] فى العمود [ب] لنحصل على حصيلة الارباح المباشرة ونضعها فى العمود [ب] فى صف المؤشرات ٠ وهى لمثالنا الجارى فى جدول الحل الأساسى الثانى كالآتى :

(٥ × ٣٠) + صفر (٥٠) + صفر (٧٠) = ١٥٠ جنيه

ب — نضرب العمود [$ع_{و}$] فى أعمدة معاملات المتغيرات من $س_{١}$ الى $س_{٧}$ ثم نطرح حصيلة الضرب الخاصة بكل متغير من معامل المتغير فى الصف [$ع_{و}$]، صف الهدف ٠ فهى بالنسبة للمتغير $س_{١}$ كالآتى :

$ع_{١}$ — $ى_{١}$ = ٢ — [٥ ($\frac{٣}{٤}$) + صفر ($\frac{٥}{٤}$) + صفر (— $\frac{٥}{٤}$)] = ٢ — $\frac{١٥}{٤}$ = — $\frac{٧}{٤}$

وهى بالنسبة للمتغير $س_{٢}$:

$ع_{٢}$ — $ى_{٢}$ = ٣ — [٥ (½) + صفر ($\frac{٣}{٢}$) + صفر (½)] = ٣ — ٢½ = ½ ←

وبالنسبة للمتغير $س_{٣}$ الى $س_{٧}$:

ع$_{٣}$ ـ ى$_{٣}$ = ٤ ـ [٥(١) + صفر(٢) + صفر(صفر)] = ٤ ـ ٥ = ـ ١
ع$_{٤}$ ـ ى$_{٤}$ = ٥ ـ [٥(١) + صفر(صفر) + صفر(صفر)] = ٥ ـ ٥ = صفر
ع$_{٥}$ ـ ى$_{٥}$ = صفر ـ [٥(١/٤) + صفر(ـ ١/٤) + صفر(ـ ٣/٤)] = صفر ـ ٩/٤ = ـ ٩/٤
ع$_{٦}$ ـ ى$_{٦}$ = صفر ـ [٥(صفر) + صفر(١) + صفر(صفر)] = صفر ـ صفر = صفر
ع$_{٧}$ ـ ى$_{٧}$ = صفر ـ [٥(صفر) + صفر(صفر) + صفر(١)] = صفر ـ صفر = صفر

٥ ـ نفحص صف المؤشرات للبحث عن الارقام الموجبة واختيار اكبرها . وفى جدول الحل الاساسى الثانى نجد أن الرقم الموجب الوحيد هو ١/٢ اسفل س$_{٣}$ ، فيصبح العمود الذى يقع فيه هذا الرقم عمود البؤرة ، ومعنى ذلك أن س$_{٣}$ يدخل فى تشكيلة الانتاج بالحل الاساسى التالى .

٦ ـ نقوم بحساب النسب بين العمود (ب) ومعاملات س$_{٣}$ ، أى :

٣٠ ÷ ١/٢ = ٦٠ ، ٥٠ ÷ ٣/٢ = ٣٣ ١/٣ ، ٧٠ ÷ ١/٢ = ١٤٠

لنجد أن أصغرها هو ٣٣ ١/٣ والذى يقع فى صف س$_{٦}$ ، فيصبح هو صف البؤرة .

٧ ـ نقوم بتكرار الخطوات السابقة للانتقال من حل أساسى الى الذى يليه حتى يصبح صف المؤشرات كله سالبا .

وبالانتقال الى جدول الحل الأساسى الثالث نجد أنه الحل الأمثل للمشكلة والذى فيه ع* = ١٦٦ ٢/٣ جنيه (٥٠٠/٣) .

متغيرات أساسيه (س*)	متغيرات غير أساسية
س$_{٢}$ = ١٠٠/٣	س$_{١}$ = صفر
س$_{٤}$ = [illegible]/٣	س$_{٣}$ = صفر
س$_{٧}$ = ١٦٠/٣	س$_{٥}$ = صفر
	س$_{٦}$ = صفر

وتوضح المتغيرات الأساسية أحجام انتاج كل من $س_{٢}$ و $س_{٤}$ فى تشكيلة الانتاج المثالية ، كما توضح أن الطاقة العاطلة فى $س_{٧}$ (فى القيد الثالث) تبلغ $٥٣\frac{١}{٣}$ وحدة طاقة .

أما المتغيرات غير الأساسية فتوضح أن $س_{١}$ و $س_{٣}$ منتجات غير مربحة بالمقارنة بكل من $س_{٢}$ و $س_{٤}$ ولذلك فهى لايتم انتاجها ، كما توضح أن طاقة القيد الاول ($س_{٥}$) وطاقة القيد الثانى ($س_{٦}$) أستغلت بالكامل وأصبحت متغيرات الطاقة العاطلة فيها = صفر ، أى $س_{٥}$ = صفر، و $س_{٦}$ = صفر .

ويلاحظ أن الحل الاساسى ينطوى على ثلاث متغيرات ، وهى تساوى عدد القيود الموضوعية تماما ، واحدى هذه المتغيرات يمثل طاقة عاطلة .

٣-٢-١- دلالة الارقام الظاهرة فى صف المؤشرات فى جدول الحل الأمثل :

تنقسم الارقام الظاهره فى صف المؤشرات فى جدول الحل الأمثل الى قسمين: قسم يتعلق بمتغيرات المشكلة الأصلية ، وهى المنتجات فى مثالنا الجارى والتى تحتوى على المتغيرات $س_{١}$ ، $س_{٢}$ ، $س_{٣}$ ، $س_{٤}$ ، وقسم يتعلق بمتغيرات الطاقه العاطله وهى المضافة للقيود الموضوعية لتحويلها من متباينات الى متساويات ، وهى فى مثالنا الجاري تحتوى على $س_{٥}$ ، $س_{٦}$ ، $س_{٧}$.

وتمثل الارقام الظاهرة فى صف المؤشرات تحت متغيرات القسم الأول الربحيـة المنتظر فقدانها باضافة وحدة واحدة من المتغير المعين . فاضافه وحدة من $س_{١}$ مثلا سوف تؤدى الى إنخفاض حصيلة الأرباح المباشرة بمقدار $٢\frac{١}{٦}$ جنيه ($\frac{١٣}{٦}$) للاسباب الآتيـة :

اضافة وحدة من $س_{١}$ تحقق أرباح مباشرة = ٢ جنيـه .

غير أن ذلك سوف يستدعى :

- تخفيض $س_{٤}$ بمقدار $\frac{١}{٦}$ وحدة (معامل احلال $س_{٤}$ و $س_{١}$ فى الجدول الاخير) تؤدى الى تخفيض الأرباح بمقدار $\frac{١}{٦}$ (٥) = $\frac{٥}{٦}$ جنيه .
- وتخفيض $س_{٢}$ بمقدار $\frac{٥}{٦}$ وحدة (معامل احلال $س_{٢}$ مع $س_{١}$ فى الجدول الاخير) تؤدى الى تخفيض الأرباح بمقدار $\frac{٥}{٦}$ (٣) = $\frac{١٥}{٦}$ جنيه .

ليكون الأثر النهائى على حصيلة الارباح المباشرة كالآتـى :

أرباح مفقودة من $س_{٤}$ ، $س_{٢}$ = $\frac{٥}{٣}$ + $\frac{١٥}{٦}$ = $٤\frac{١}{٦}$ جنيـه

أرباح مضافة بانتاج وحدة من $س_{١}$ = $\frac{}{٦}$ $\frac{٢}{٦}$ "

صافى الارباح المفقودة = $٢\frac{١}{٦}$ جنية ($\frac{١٣}{٦}$)

ويكون تخفيض $س_{٤}$ بمقدار ١/٣ وحدة وتخفيض $س_{٢}$ بمقدار $\frac{٥}{٦}$ وحدة ضروريا لتوفيرالطاقـات اللازمة لانتاج $س_{١}$ من الموردين الاول ($س_{٥}$) والثانى ($س_{٦}$) والذان استغلـــت طاقتهما بالكامل فى برنامج الانتاج الأمثل ٠

فتخفيض $س_{٤}$ بمقدار ١/٣ وحدة يؤدى الى :

توفير ١/٣ × ٤ = ٤/٣ وحدة من المورد الأول وتوفير ١/٣ × ١ = ١/٣ وحدة من المورد الثانـى

وتخفيض $س_{٢}$ بمقدار ٥/٦ وحدة يؤدى الى:

توفير ٥/٦ × ٢ = ٥/٣ وحدة من المورد الأول وتوفير ٥/٦ × ٢ = ٥/٣ وحدة من المورد الثانـى

وبذلك يتوفر :

من المورد الأول = ٤/٣ + ٥/٣ = ٣ وحدة = احتياجات الوحدة من $س_{١}$ من هذا المورد

من المورد الثانى = ١/٣ + ٥/٣ = ٢ " = " " " " " " " "

وعليك باجراء نفس التحليل بالنسبة للمنتج $س_{٣}$ ٠

أما الارقام الظاهرة فى صف المؤشرات تحت متغيرات القسم الثانى فتمثل القيمةالاقتصادية المحتسبة للوحدة من الموارد النادرة التى حدت من امكانية زيادة تشكيلة الانتـــاج المثالية وفقا لهيكل الندرةالداخلية لهذه الموارد فى المنشأة فى الفترة القصـــيرة ٠ ويطلق عليها أسعار الظل المحتسبة لهذه الموارد ٠ فالوحدة من المورد الاول ($س_{٥}$) تقيم بمبلغ ١/٦ ١ جنيه (٧/٦) ٠

ذلك لأننا لو أضفنا وحدة طاقة من هذا المورد ، فانها سوف تمكن من اجراء التعديلات التالية فى الحل الأساسى :

١ ــ تضيف ١/٣ وحدة من $س_{٤}$ (معامل احلال $س_{٤}$ و $س_{٥}$ فى الجدول الاخير) تحتـاج الى ٤/٣ من طاقة المورد الأول و ١/٣ وحدة من طاقة المورد الثانى المستغـــل طاقتهما بالكامل ٠

٢ ــ حيث تم توفير وحدة من طاقةالمورد الأول فنظل فى حاجة الى توفير ١/٣ وحـــدة

طاقة اضافية من هذا المورد بالاضافة الى $\frac{1}{3}$ وحدة من المورد الثانى ويتم توفير هذه الاحتياجات بتخفيض انتاج $س_٢$ بمقدار $\frac{1}{6}$ وحدة (معامل احلال $س_٢$ و $س_٥$ فى الجدول الأخير)، حيث سوف يؤدى ذلك الى توفير $\frac{1}{6} \times ٢ = \frac{1}{3}$ من المورد الأول، وتوفير $\frac{1}{6} \times ٢ = \frac{1}{3}$ من المورد الثانى .

٣ــ ويؤدى زيادة $س_٤$ بمقدار $\frac{1}{3}$ وحدة الى زيادة حصيلة الارباح بمقدار
$\frac{1}{3} \times ٥ = ١ \frac{٢}{٣}$ جنيـه
ويؤدى خفض $س_٢$ بمقدار $\frac{1}{6}$ وحدة الى خفض حصيلة الارباح بمقدار
$\frac{1}{6} \times ٣ = \frac{1}{2}$ جنيـه
لتكون الزيادة الصافية فى الارباح نتيجة اضافة وحدة الى طاقة المورد الأول، واجراء التعديلات اللازمة فى تشكيلة الانتاج هى = $١ \frac{٢}{٣} - \frac{1}{2} = \frac{1}{6}$ ١ جنيه

٤ــ يلاحظ أيضا أن اضافة وحدة الى طاقة المورد الأول سوف يؤدى الى تعديل الطاقة العاطلة فى المورد الثالث بانقاصها بمقدار $\frac{2}{3}$ وحدة طاقة . فزيادة $س_٤$ بمقدار $\frac{1}{3}$ وحدة يتطلب توفير وحدة من طاقة هذا المورد (حيث الوحدة من $س_٤$ تحتاج الى ٣ وحدات طاقة منه) ويؤدى تخفيض $س_٢$ بمقدار $\frac{1}{6}$ وحدة الى توفير $\frac{1}{6} \times ٢ = \frac{1}{3}$ وحدة من طاقة هذا المورد . ولاستكمال هذا الثلث الى وحدة الطاقة المطلوبة يتم سحب $\frac{2}{3}$ وحدة من الطاقة العاطلة .
وعليك باجراء هذا التحليل للمتغير $س_٦$.

ويلاحظ أخيرا أن المتغيرات التى تظهر فى الحل الاساسى ، سواء من القسم الاول أو القسم الثانى فتظهر مؤشراتها فى صف المؤشرات بقيم صفرية ذلك لان استبدال وحدة من هذه المتغيرات بوحدة من نفسها لن يؤثر فى حصيلة الارباح .

٤ــ تدنية التكاليف أو التضحيات :

بعد أن وضحنا ميكانيكية طريقة السمبلكس فى حل مشاكل البرمجة الخطية التى يكون الهدف فيها هو تعظيم أو تعظيم عوائد أو منافع أو أرباح ، فقد أصبح من الواجب علينا التعرف على هذه الميكانيكية فى حالة استهداف تدنية التكاليف أو التضحيـات .

ذلك لان العديد من مشاكل الحياة العملية يكون الهدف فيها هو تدنية تضحيات معينة فى سبيل تحقيق أهداف أو شروط أو منافع أخرى • وسوف يتولى هذا البند ايضاح ذلك •

ولنفرض على سبيل المثال أن مركب كيميائى معين يتكون من ثلاثة عناصر متساوية فى الكثافة ، وتبلغ كثافة الوحدة من كل منها وحدة كثافة ، ولكنها تختلف فى احتوائها لمادتين فعالتين • فالوحدة من العنصر الأول تحتوى على ٤ مجم من المادة الفعالة الأولى ولا تحتوى على المادة الفعالة الثانية • أما الوحدة من العنصر الثانى فتحتوى على ٢ مجم من المادة الفعالة الأولى وعلى ٢ ملجم من المادة الفعالة الثانية ، وتحتوى الوحدة من العنصر الثالث على ٣ مجم من المادة الفعالة الأولى وعلى ٣ مجم من المادة الفعالة الثانية • وتتطلب المواصفات القياسية لهذا المركب الكيميائى أن لا تقل كثافة الوحدة منه عن ٢٠٠ وحدة ، كما يجب أن لا تقل المادة الفعالة الأولى فى الوحدة من المركب عن ٤٢٠ ملجم ، كما يجب أن لا تزيد المادة الفعالة الثانية فى الوحدة من المركب عن ٣٠٠ ملجم • وتبلغ تكلفة الوحدة من العنصر الأول ٣ جنيه ، بينما تبلغ تكلفة الوحدة من العنصر الثانى ٢ جنيه ، ومن العنصر الثالث ٢½ جنيه • والمطلوب هو تحديد التشكيلة المثالية للعناصر الثلاثة للمركب والتى تؤدى الى تخفيض تكلفة الوحدة من المركب الى أقل ما يمكن •

٤ـ١ الصيغة الرياضية للمشكلة :

لنرمز للعنصر الأول فى المركب بالرمز $س_1$ وللعنصر الثانى بالرمز $س_2$ وللعنصر الثالث بالرمز $س_3$ • وبالتالى تكون دالة الهدف هى تدنية تكلفة كميات هذه العناصر التى تكون التشكيلة المثالية من المركب • وتكون دالة الهدف كالآتى :

$$\text{تدنية ت} = ٣س_1 + ٢س_2 + ٢\tfrac{1}{2}\,س_3 \qquad (١)$$

ولما كانت العناصر الثلاثة متساوية الكثافة وتبلغ كثافة الوحدة من كل منها وحدة واحدة ولما كانت الكثافة المطلوبة فى المركب هى ٢٠٠ وحدة فان قيد الكثافة يكون كالآتى :

$$س_1 + س_2 + س_3 \geqslant ٢٠٠ \qquad (١/٢)$$

كما يكون قيد المادة الفعالة الأولى التى يجب أن لا تقل محتويات الوحدة من المركب منها عن ٤٢٠ ملجم ، كالآتى :

$$٤س_١ + ٢س_٢ + ٣س_٣ \leqslant ٤٢٠ \qquad (٢/٢)$$

أما المادة الفعالة الثانية فتقتضى المواصفات أن لا تزيد فى وحدة المركب عن ٣٠٠ ملجم . وبذلك يكون القيد الخاص بها كالآتى :

$$صفر س_١ + ٢س_٢ + ٣س_٣ \geqslant ٣٠٠ \qquad (٣/٢)$$

وبالتالى تكون الصيغة الرياضية للمشكلة كالآتى :

$$تدنية \cdot ت = ٣س_١ + ٢س_٢ + ٢\tfrac{١}{٢}س_٣ \qquad (١)$$

$$فى ظل : \left\{\begin{array}{l} س_١ + س_٢ + س_٣ \leqslant ٢٠٠ \\ ٤س_١ + ٢س_٢ + ٣س_٣ \leqslant ٤٢٠ \\ ٢س_٢ + ٣س_٣ \geqslant ٣٠٠ \end{array}\right. \qquad (٢)$$

$$س_١ ، س_٢ ، س_٣ \geqslant صفر \qquad (٣)$$

يتطلب حل المشكلة بطريقة السمبلكس تحويل المتباينات الى متساويات . غير أن متباينتى القيدين الأول (الكثافة) والثانى (المادة الفعالة الأولى) تتطلب أن يزيد محتوى تركيبة العناصر الثلاثة عن المقدار المحدد أو يساوية . واذا زاد هذا المحتوى عن ٢٠٠ وحدة كثافة فى القيد الأول مثلا ، فيتطلب الأمر لتحويل هذه المتباينة الى متساوية طرح مقدار الزيادة من الجانب الأيمن للمتباينة ليتساوى مع المقدار ٢٠٠ . ولنرمز لهذه الزيادة المطلوب طرحها فى القيد الأول بالرمز $س_٤$. وكذلك الأمر بالنسبة لمتباينةالقيد الثانى حيث نرمز للزيادة المطلوب طرحها بالرمز $س_٥$. ويطلق على $س_٤$، $س_٥$ المتغيرات الزائدة . أما القيد الثالث فيتطلب أن يقل محتوى تركيبة العناصر من المادة الفعالة الثانية عن ٣٠٠ ملجم أو يساويه . وحيث يمكن لهذا المحتوى أن يقل عن ٣٠٠ ملجم فيلزم اضافة متغير $س_٦$ فى الجانب الأيمن من القيد ليعوض هذا النقص لتتحول المتباينةالى متساوية . ويقوم $س_٦$ بدور المتغيرات العاطلة السابق توضيحه فى مشكلة التعظيم . وباضافة هذه المتغيرات الى القيود الموضوعية (٢) تصبح كالآتى :

$$\left\{\begin{array}{l} س_١ + س_٢ + س_٣ - س_٤ = ٢٠٠ \\ ٤س_١ + ٢س_٢ + ٣س_٣ - س_٥ = ٤٢٠ \\ ٢س_٢ + ٣س_٣ + س_٦ = ٣٠٠ \end{array}\right. \qquad (٢)'$$

ولما كنا نبدأ فى جدول الحل الأساسى الأول من نقطة الصفر ، أى بجعل المتغيرات العاطلة (أو الزائدة) مساوية لقيمة القيود ، فان هذا الامر يبدو غير ممكنا فـــى القيدين الأول والثانى . ذلك لأن س$_{٤}$ سوف يساوى ـ ٢٠٠ و س$_{٥}$ سوف يســاوى ـ ٤٢٠ . وهذا أمر يتنافى مع القيود التلقائيةالتى تتطلب عدم وجود متغـــيرات سالبة . وللخروج من هذا المــأزق دعنا نتصــور عنصــرا وهميا وليكن هـ$_{١}$ تكـــون كثافة الوحدة منه مساوية للوحدة ، غير أن تكلفةالوحدة منه مرتفعة جدا ، ولتكـــن ١٠٠ جنيه مثلا . لاحظ أن هـ$_{١}$ عنصر وهمى ليس له وجود فعلا،ولا يجوز أن ينطـــوى عليه الحل الأمثل للمشكلة . ولذلك فقد افترضنا أن تكلفته مرتفعة جدا ليضمن عـــدم دخوله بين تركيبة العناصر المثالية . ولنضيف هـ$_{١}$ الى القيد الأول ليصبح كالآتى :

س$_{١}$ + س$_{٢}$ + س$_{٣}$ ـ س$_{٤}$ + هـ$_{١}$ = ٢٠٠

ولنتصور على نفس النسق عنصرا وهميا تحتوى الوحدة منه على ملجم واحد من المــادة الفعالة الأولى ، وليكن هـ$_{٢}$ تكلفة الوحدة منه أيضا ١٠٠ جنيه . وبذلك تكون دالة الهدف والقيود لهذه المشكلة المعدلة كالآتى :

تدنيـــة : ت = ٣س$_{١}$ + ٢س$_{٢}$ + ½٢س$_{٣}$ + صفرس$_{٤}$ + صفر س$_{٥}$ + صفرس$_{٦}$ + ١٠٠هـ$_{١}$ + ١٠٠هـ$_{٢}$

فى ظل : س$_{١}$ + س$_{٢}$ + س$_{٣}$ ـ س$_{٤}$ + هـ$_{١}$ = ٢٠٠

٤س$_{١}$ + ٢س$_{٢}$ + ٣س$_{٣}$ ـ س$_{٥}$ + هـ$_{٢}$ = ٤٢٠ .

٢س$_{٢}$ + ٣س$_{٣}$ + س$_{٦}$ = ٣٠٠

كل من س$_{١}$ ، س$_{٢}$ ، س$_{٣}$ ، س$_{٤}$ ، س$_{٥}$ ، س$_{٦}$ ، هـ$_{١}$ ، هـ$_{٢}$ ≤ صفر .

وبذلك يكون الحل الاساسى الأول مكونا من :

هـ$_{١}$ = ٢٠٠ ، هـ$_{٢}$ = ٤٢٠ ، س$_{٦}$ = ٣٠٠ ، وباقى المتغيرات غير أساسية .

ونقوم بوضع المشكلة فى جدول الحل الاساسى الاول على هذا الأساس كالآتى :

جدول الحل الاساسى الأول

ت و	س*	ب	س١	س٢	س٣	س٤	س٥	س٦	هـ١	هـ٢	النسب
			٣	٢	٢½	صفر	صفر	صفر	١٠٠	١٠٠	ت و
١٠٠	هـ١	٢٠٠	١	١	١	١ـ	٠	٠	١	٠	٢٠٠
١٠٠	هـ٢	٤٢٠	(٤)	٢	٣	٠	١ـ	٠	٠	١	١٠٥ ←
صفر	س٦	٣٠٠	٠	٢	٣	٠	٠	١	٠	٠	—
المؤشرات		٦٢٠٠٠	٤٩٧ـ ↑	٢٩٨ـ	٣٩٧½ـ	١٠٠	١٠٠	٠	٠	٠	

وبالنظر الى جدول الحل الاساسى الاول نجد أن الحل الأساسى يتضمن المتغيرين الوهميين هـ١، هـ٢ والمتغير العاطل س٦ كما أن تكلفة هذا الحل مرتفعة جدا (٦٢٠٠٠ جنيه)، بما يدفعنا الى العمل على تخفيضها • ويتم ذلك طبعا باستبعاد المتغيرات الوهمية ذات التكاليف المرتفعة من الحل الأساسى • وتقوم طريقة السمبلكس بتحقيق ذلك تلقائيا اذا كان للمشكلة حلا ممكنا • ولضمان هذه التلقائية قمنا بافتراض تكلفة مرتفعة جدا للوحدة من المتغيرات الوهمية • لاحظ أن المتغيرات الوهمية ليس لها وجود حقيقى فى المشكلة ولا يمكن للحل الأمثل أن يتضمن أية قيمة موجبة أو سالبة لأى منها • والهدف منها هو المساعدة فى التخلص من مأزق السالبية بضمان ضرورة استبعادها من الحل الأمثل ان وجد،أما اذا لم يمكن التخلص من أى منها فهذا يعنى أنه لايوجد للمشكلة حلا ممكنا •

٤-٢- قواعد السمبلكس واجراءاتها فى التدنية :

حيث أن المنافع أو الارباح هى المضاد للتكاليف أو التضحيات ، فان البحث عن أقصى المنافع أو الأرباح يتناسق تماما مع البحث عن أدنى التكاليف أو التضحيات • فتحقيق الهدف الاول من مشكلة معينة لايتم فعلا الا بتحقيق الهدف الثانى • وترتيبا على ذلك

فانه اذا كنا قد بحثنا في مشكلة التعظيم بصدد اختيار المتغير الواجب تغذيته في تشكيلة المتغيرات الاساسية عن أعلى ربحية موجبة للمتغيرات التى لا زالت خارج التشكيلة فان نفس المنطق يقتضى ، فى مشكلة تدنية التكاليف أو التضحيات ، البحث عن المتغير الذى يحقق أكبر وفورات فى التكاليف ، أى أدنى قيمة سالبة . ويستلزم ذلك بالطبع ضرورة حساب قيم صف المؤشرات واختيار أدنى قيمة سالبة لتميز عمود البؤرة . وبذلك تكون القاعدة الأولى للتدنية كالآتى :

<u>القاعدة الأولى (تدنية)</u> : اذا وجد فى صف المؤشرات قيمة أو قيما سالبة، قم باختيار أصغرها جبريا ، وميز العمود الذى تقع فيه هذه القيمة بعمود البؤرة . ويصبح المتغير فى قمة هذا العمود هو الواجب اضافته للحل الاساسى التالى . واذا لم توجد أية قيمة سالبة فالحل الاساسى القائم هو الحل الأمثل .

ولحساب صف المؤشرات بغرض تطبيق هذه القاعدة فى مشكلة التدنية فان الامر لا يختلف عن حسابه فى مشكلة التعظيم ، مع استبدال [ت و] محل [ع و]. أى أننا نقوم بضرب العمود [ت و] فى عمود كل متغير من المتغيرات ونطرح حصيلة الضرب من [ت و] الخاصة بالمتغير فى قمة العمود الخاص به . فبالنسبة للمتغير س١ تكون هذه العمليات كالآتى :

ت١ – ى١ = ٣ – [(١٠٠ × ١) + (١٠٠ × ٤) + صفر (صفر)] = –٤٩٧

وبتطبيق القاعدة الأولى على جدول الحل الأساسى الأول نجد أن عمود س١ هو عمود البؤرة حيث تقع فيه أصغر قيمة جبرية سالبة لصف المؤشرات . ونصبح الآن فى حاجة الى تحديد المقدار أو القيمة التى يضاف بها س١ لمتغيرات الحل الأساسى . ويتم ذلك عن طريق تحديد النسب الموجبة واختيار أصغرها طبقا لنفس القاعدة الثانية لمشكلة التعظيم السابق ذكرها ، لأنها لا تختلف عما هى عليه فى مشكلة التدنية . وفيما عدا القاعدة الأولى ، فان باقى الاجراءات اللازمة للانتقال من حل أساسى الى آخر تظل كما هى .

وبتطبيق القاعدة الثانية على الحل الاساسى الاول نجد أن صف هـ٢ هو صف البؤرة ، وأن معامل س١ مع هـ٢ هو عنصر البؤرة . وبقسمة هذا الصف على (٤) وهى عنصر البؤرة واستبدال هـ٢ بالمتغير س١ نحصل على صف س١ الجديد فى جدول الحل

الاساسى الثانى • ولاستبعاد الرقم (١) الذى يمثل معامل $س_1$ مع $هـ_1$ وتحويله الى الصفر نضرب صف $س_1$ الجديد فى (—١) (أو صف البؤرة فى الجدول الأول × —½) ونضيفة للصف الأول • أما الصف الثالث فيظل كما هو لأن معامل $س_1$ فيه هو مساوى للصفر بطبيعته •

وبتطبيق نفس القواعد والاجراءات السابق ذكرها على الجدول الثانى والثالث نصل الى الحل الأمثل للمشكلة فى الجدول الرابع ، والذى فيه قيم صف المؤشرات كلها صفرية أو موجبة (نتذكر أن الحل الامثل لمشكلة التعظيم كان يتحقق عندما تتحول قيم صف المؤشرات الى قيم صفرية أو قيم سالبة • ومشكلتنا هنا هى مشكلة تدنية ولذلك فالاشارات عكسية) • ويصبح من اللازم علينا توضيح دلالة صف المؤشرات فى الحل الأمثل فى هذه الحالة أسوة بالحالة السابقة •

٤—٣— دلالة القيم الظاهرة فى صف المؤشرات :

يظهر العمود [ب] أدنى تكلفة ممكنة فى صف المؤشرات ، وهى فى المشكلة تحت البحث ٤٥٠ جنيه ، كما يتضح من جدول الحل الأساسى الرابع أما القيم الباقية فى الصف فتنقسم الى أربعة أقسام تختلف فى دلالتها عن بعضها البعض • وينطوى القسم الأول على المتغيرات الأصلية ، وهى فى مثالنا الجارى $س_1$ ، $س_2$ ، $س_3$ ، ويشمل القسم الثانى المتغيرات الزائدة وهى $س_4$ و$س_5$ ، ويشمل القسم الثالث على المتغيرات العاطلة ، وهى فى مثالنا الجارى تتمثل فى $س_6$ ، ثم يشمل القسم الرابع على المتغيرات الوهمية ، وهى فى مثالنا الجارى $هـ_1$ و$هـ_2$ •

وتمثل القيم [$ت_و$ — ى] الظاهرة فى صف المؤشرات تحت القسم الأول الزيادة فى التكلفة التى تترتب على اضافة وحدة واحدة من المتغير فى قمة العمود الى متغيرات الحل الأساسى واجراء التعديلات اللازمة طبقا لمعاملات الاحلال فى جدول الحل الأمثل • فاضافة وحدة من $س_1$ مثلا تقتضى مجرد استبعاد وحدة من $س_1$ لأن $س_1$ موجود فعلا فى الحل الاساسى الأمثل ، ويكون صافى التكلفة المضافة على هذا الاحلال مساويا للصفر • كذلك الأمر بالنسبة للمتغير $س_2$ الذى يقع فى المتغيرات الاساسية • أما المتغير $س_3$ فهو خارج التشكيلة المثالية ، واضافة وحدة منه تستدعى الآتى :

$ت_و$	س*	ب	$س_1$	$س_2$	$س_3$	$س_4$	$س_5$	$س_6$	$هـ_1$	$هـ_2$	النسب	
$ت_و$			٣	٢	٢½	صفر	صفر	صفر	١٠٠	١٠٠		
١٠٠	$هـ_1$	٩٥	ـ	½	¼	ـ١	¼	•	١	ـ¼	١٩٠	جدول الحل الاساسي الثاني
٣	$س_1$	١٠٥	١	½	¾	•	ـ¼	•	•	¼	٢١٠	$س_2$ تحل محل
صفر	$س_6$	٣٠٠	•	(٢)	٣	•	•	١	•	•	١٥٠	$س_6$
المؤشرات	$ى_و$	٩٨١٥	صفر	٥١½	٢٧¼	١٠٠	٢٤¼	صفر	١٠٠	ـ٢٤¾		
	$ت_و - ى_و$		٣	ـ٤٩½	ـ٢٤¾	١٠٠	ـ٢٤¼	صفر	صفر	١٢٤¾		
١٠٠	$هـ_1$	٢٠	•	•	ـ½	ـ١	(¼)	ـ¼	١	ـ¼	٨٠	جدول الحل الاساسي الثالث
٣	$س_1$	٣٠	١	•	•	•	ـ¼	ـ¼	•	¼	سالبة	
٢	$س_2$	١٥٠	•	١	٣/٢	•	•	½	•	•	غيرمعرفة	$س_5$ تحل محل $هـ_1$
المؤشرات	$ى_و$	٢٣٩٠	٣	٢	ـ٤٧	ـ١٠٠	٢٤¼	ـ٢٥¾	١٠٠	ـ٢٤¾		
	$ت_و - ى_و$		صفر	صفر	٤٩½	١٠٠	ـ٢٤¼	٢٥¾	صفر	١٢٤¾		
صفر	$س_5$	٨٠	•	•	ـ٢	ـ٤	١	ـ١	٤	ـ١		جدول الحل الاساسي الرابع
٣	$س_1$	٥٠	١	•	ـ½	ـ١	•	ـ½	١	•		
٢	$س_2$	١٥٠	•	١	٣/٢	•	•	½	•	•		الحل الأمثل
المؤشرات	$ى_و$	٤٥٠	٣	٢	٣/٢	ـ٣	صفر	ـ½	٣	صفر		
	$ت_و - ى_و$		صفر	صفر	١	٣	صفر	½	٩٧	١٠٠		

توفير ٣/٢ وحدة من س$_{2}$ تبلغ قيمتها ٣/٢ × ٢ = (٣) جنيه
استخدام ١/٢ وحدة اضافية من س$_{1}$ تبلغ قيمتها ١/٢ × ٣ = ١ ١/٢ جنيه
استخدام وحدة من س$_{3}$ تبلغ تكلفتها ١ × ٢ ١/٢ = ٢ ١/٢ جنيه

الزيادة فى التكاليف الناتجة عن هذا الاحلال ١ جنيه

وتظهر القيمة (١) فى صف المؤشرات تحت س$_{3}$ فى جدول الحل الأمثل • لاحظ أن استخدام وحدة من س$_{3}$ سوف يؤدى أيضا الى استخدام وحدتين من س$_{4}$ غير أن س$_{4}$ يزيد عن الاحتياجات الضرورية بمقدار ٨٠ وحدة ولذلك فقيمته تساوى الصفر •

وتمثل القيم [ت$_{و}$ — ى$_{و}$] الظاهرة فى صف المؤشرات تحت المتغيرات الزائدة التكاليف المحتسبة للوحدة من هذه المتغيرات • بمعنى أن توفير استخدام هذا المتغير بمقدار وحدة واحدة سوف يؤدى الى نقص التكاليف بالقيمة الموضحة مع إجراء التعديلات اللازمة فى الحل الأساسى طبقا لمعاملات الاحلال • فتوفير وحدة من س$_{4}$ أى خفض احتياجات الكثافة بمقدار وحدة واحدة لتصبح ١٩٩ بدلا من ٢٠٠ سوف يؤدى الى توفير ٣ جنيه من التكاليف بتوفير وحدة من العنصر الأول س$_{1}$ التى تبلغ تكلفتها ٣ جنيه • أو بمعنى آخر فان وحدة الكثافة المستخدمة تقيم بمبلغ ٣ جنيه لتكون التكلفة المترتبة على استيفاء احتياجات الكثافة = ٢٠٠ × ٣ = ٦٠٠ جنيه • أما س$_{4}$ الذى يمثل المادة الفعالة الأولى ، فهناك فائض فى تشكيلة العناصر المستخدمة من هذه المادة بما يزيد عن الحد الأدنى المطلوب بمقدار ٨٠ ملجم • ولذلك فقيمة هذه الوفورات الزائدة يساوى الصفر •

وتمثل القيم [ت$_{و}$ — ى$_{و}$] الظاهرة فى صف المؤشرات تحت المتغيرات العاطلة أسعار الظل المحتسبة لوحدة المورد المتاحة من كل من هذه المتغيرات، كما سبق أن ذكرنا فى مشكلة التعظيم • بمعنى أن اضافة وحدة واحدة الى طاقة هذا المتغير سوف تؤدى الى زيادة الارباح (أو نقص التكاليف) بمقدار القيمة الظاهرة فى صف المؤشرات تحت هذا المتغير فاضافة وحدة من س$_{3}$ سوف تؤدى الى توفير نصف وحدة من س$_{1}$ واستخدام نصف وحدة اضافية من س$_{2}$، أى توفير (٣ × ١/٢) ١ ١/٢ جنيه من التكاليف الخاصة بالمتغير س$_{1}$ وزيادة تكاليف المستخدم من س$_{2}$ بمقدار (٢ × ١/٢) جنيه

لتحقق وفورات صافية قدرها ½ جنيه · وحيث أن المتاح من س٢ كان ٣٠٠ وحدة أدى كل منها الى توفير ½ جنيه فان جملة الوفورات تبلغ ١٥٠ جنيه · فاذا استبعدنا هذه الوفورات من جملة تكاليف استيفاء احتياجات الكثافة (أى ٦٠٠ جنيه ــ ١٥٠ جنيه) لتوصلنا الى تكلفة تشكيلة العناصر المثالية وهى ٤٥٠ جنيه ·

وتمثل القيم(ت ــ ى) الظاهرة فى صف المؤشرات تحت المتغيرات الوهمية الزيادة فى التكاليف التى تترتب على تحول وحدة من كل من هذه المتغيرات الى وحدة حقيقية وتم اضافتها الى تشكيلة المتغيرات الأساسية · فلو تحققت وحدة واحدة من هـ١ مثلا لتصبح وحدة حقيقية وتم استخدامها لاستيفاء احتياجات الكثافة فانها سوف تكلف ١٠٠ جنيه وتوفر وحدة من س١ تبلغ تكلفتها ٣ جنيه ليكون صافى الزيادة فى التكاليف ٩٧ جنيه نتيجة لهذا الاحلال ·

٥ ــ الخلاصة :

استعرضنا فى هذا الفصل قواعد واجراءات طريقة السمبلكس ، أى الطريقة المنتظمة لحل مشاكل البرمجة الخطية فى حالتى التعظيم والتدنية · ووجدنا أن الطريقة وان كانت تستند الى مبادىء ومفاهيم رياضية متعمقة ،فهى تتبع نهج الاستبعاد الكامل لجاوس وجوردن · وهى بذلك تعتبر طريقة مرحليه، أى تؤدى الى التوصل للحل الامثل على مراحل يتم فى كل منها ادخال متغير واحد للحل الاساسى حتى نصل الى الحل الأساسى الأمثل · كما ان الطريقة تبدأ من نقطة الصفر فى حالة التعظيم ، ومن نقطة تكون فيها التكاليف أعلى مايمكن فى حالة التدنية · ويتم ذلك عن طريق اتخاذ المتغيرات العاطلة لقيم القيود فى التعظيم ، واتخاذ المتغيرات الوهمية والعاطلة لقيم القيود فى التدنية · وبذلك يكون الحل الأساسى الاول دائما مكونا من متغيرات بخلاف المتغيرات الأصلية للمشكلة · ثم يتم تقديم المتغيرات الأخرى (غير الاساسية) بالاهتداء بصف المؤشرات الذى منه يتحدد المتغير الواجب اضافته فى الخطوة التالية · ويطلق على العمود الذى يقع فيه هذا المتغير عمود البؤرة، ويتحدد المتغير الذى يستبعد من الحل الأساسى بذلك الذى يقع فى الصف الذى تكون نسبة العمود [ب] الى معاملات عمود البؤرة اصغر مايمكن · ووجدنا اننا ننتقل من حل أساسى الى آخر بعد ذلك باتباع طريقة الاستبعاد الكامل لجاوس وجوردن ·

هذا وقد ركزنا بصفة خاصة على دلالة قيم صف المؤشرات وعلاقتها بمعاملات الاحلال في حالتي التقصية والتدنية ، ذلك لما لها من أهمية خاصة في تفسير نتائج حل المشكلة بنموذج البرمجة الخطية، وذلك كما سوف يتضح في الفصل التالي •

أسئلة وتماريـــن الفصـــــل

أولا : الأسئلة :

السؤال الأول :

برر فيما لايزيد عن ثلاثة سطور لكل عبارة ، خطأ أو صواب كل من العبارات التالية :

١ــ حتى يمكن تطبيق نهج الاستبعاد الكامل فيلزم أن يتساوى عدد القيود فـــي مشكلة البرمجة الخطية مع عدد المتغيرات فيها •

٢ــ يحدد عنصر البؤرة المتغير الأساسي المطلوب استبعاده واضافة متغير غير أساسي بديلا له •

٣ــ يتحول عنصر البؤرة الى الوحدة في الصف الذي يحل محل صف البؤرة في الجدول الجديد لأن معامل احلال المتغير المستبعد من الحل الأساسي مع المتغـــير المضاف الى الحل الأساسي الجديد يلزم أن يكون الوحدة •

٤ــ المتغير العاطل هو ذلك الذي يشير الى وجود طاقة عاطلة في مورد معين •

٥ــ عادة مايكون صف المؤشرات في الحل الأساسي الأول مطابقا لدالة الهدف في مشكلتي التقصية والتدنية •

٦ــ يعني وجود رقم موجب في صف المؤشرات في حالة التقصية وجود أرباح يمكـــن اضافتها باضافة المتغير الذي يقع على قمة العمود الظاهر فيه هذا الرقم، بينما وجود رقم سالب يعني ضرورة تحقق خسائر باضافة المتغير على قمة العمود •

٧ــ لا يعتقد بحساب النسب السالبة بصدد تحديد صف المؤشرات لأن ذلك يعنـــي وجود متغيرات سالبة، ومن ثم الخروج على شرط عدم السالبيـــة •

٨ــ لاتختلف دلالة قيم صف المؤشرات بين المتغيرات الأصلية والمتغيرات العاطلة •

٩ــ اذا زاد عدد متغيرات المشكلة عن عدد قيودها الموضوعية فيكون عدد المتغيرات الأصلية في الحل الأمثل مساوي دائما لعدد القيود الموضوعية •

١٠ ـ المتغيرات الزائدة هى تلك التى تمتص الطاقة العاطلة من قيم القيود فيما زاد على احتياجات المتغيرات الأصلية ٠

١١ ـ المتغيرات الوهمية هى تلك التى تمكن الوفاء باحتياجات المتغيرات الأساسية من قيم القيود دون الخروج على شرط عدم السالبية ٠

١٢ ـ لاتختلف قواعد السمبلكس فى التدنية عنها فى التعظيم ٠

١٣ ـ توضح القيم الظاهرة فى صف المؤشرات فى جدول الحل الأمثل فى أعمدة المتغيرات الوهمية ، التكاليف المضافة التى تترتب على احلال وحدة من هذه المتغيرات محل وحدة من المتغيرات الأصلية ٠

١٤ ـ يمكن للحل الأساسى الأمثل أن يحتوى على متغيرات وهمية ، غير أنه يشترط لذلك أن تكون قيمتها صفرية ٠

١٥ ـ تمثل اسعار الظل المحتسبة للموارد القادرة القيمة الاقتصادية للوحدة من هذه الموارد فى أسواق التنافس التام ٠

السؤال الثانى:

أكتب مذكرات مختصرة فى تفسير كل من :

١ ـ رقم موجب فى صف المؤشرات فى عمود متغير اصلى ٠

٢ ـ رقم سالب فى صف المؤشرات فى عمود متغير عاطل ٠

٣ ـ رقم موجب فى صف المؤشرات فى عمود متغير وهمى ٠

٤ ـ رقم سالب فى صف المؤشرات فى عمود متغير وهمى ٠

٥ ـ معامل احلال سالب بين متغير أصلى فى الحل الأساسى ومتغير عاطل ٠

٦ ـ معامل احلال سالب بين متغير زائد فى الحل الأساسى ومتغير أصلى ٠

٧ ـ معامل احلال سالب بين متغير زائد فى الحل الاساسى ومتغير وهمى ٠

٨ ـ معامل احلال موجب بين متغير أصلى فى الحل الأساسى ومتغير عاطل ٠

٩ ـ معامل احلال سالب بين متغير عاطل فى الحل الاساسى ومتغير أصلى ٠

١٠ ـ معامل احلال موجب بين متغير زائد فى الحل الأساسى ومتغير وهمى

١١ ـ الحكمة فى اختيار أقل النسب الموجبة بصدد تحديد صف البؤرة ٠

١٢ ـ الحكمة فى افتراض تكاليف مرتفعة جدا للمتغيرات الوهمية ٠

ثانيا : التمارين :

التمرين الأول :

فى كل مما يأتى قم بحل النموذج للمتغيرات الثلاثة الأولى بنهج الاستبعاد الكامل .

١ —
$$\tfrac{1}{2}\text{س}_1 + \tfrac{1}{2}\text{س}_2 + \text{٢س}_3 = ٤$$
$$\text{٢س}_1 + \text{٤س}_2 + \text{٥س}_3 = ٣٢$$
$$\text{٣س}_1 - \text{٤س}_2 - \text{٥س}_3 = ١٦$$

٢ —
$$\text{٢س}_1 - \text{س}_2 + \text{٢س}_3 - \text{س}_4 + \text{٣س}_5 = ١٤$$
$$\text{س}_1 + \text{٢س}_2 + \text{٣س}_3 + \text{س}_4 = ٥$$
$$\text{س}_1 - \text{٢س}_3 - \text{س}_5 = -١٠$$

٣ —
$$\text{٢س}_1 + \tfrac{1}{2}\text{س}_2 + \text{س}_3 - \text{س}_4 + \text{س}_5 = ٢٠$$
$$\text{٣س}_1 + \text{٦س}_2 - \text{٢س}_3 + \text{٣س}_4 - \text{س}_5 = ٤٠$$
$$-\text{س}_1 - \text{س}_2 + \text{س}_3 + \text{س}_4 + \text{س}_5 = ١٢$$

التمرين الثانى :

أوجد الحل الأمثل بطريقة السمبلكس لكل من المشاكل التالية :

١ —
$$\text{ع} = \text{١٠س}_1 + \text{١٢س}_2$$
فى ظل :
$$\text{٨س}_1 + \text{س}_2 \leq ٤٥٠$$
$$\text{س}_1 + \text{٧س}_2 \leq ٤٢٤$$

٢ —
$$\text{ت} = \text{٦س}_1 + \text{١٠س}_2$$
فى ظل :
$$\text{٣س}_1 + \text{س}_2 \geq ١٥٢$$
$$\text{٤س}_1 + \text{١٢س}_2 \geq ٣٩٦$$

٣ـ ع = ٣س$_{١}$ + ٢س$_{٢}$ + ٢½س$_{٣}$ + ٥س$_{٤}$

في ظل : ٢½س$_{١}$ + ٣½س$_{٢}$ + ٤س$_{٣}$ + ٨س$_{٤}$ ≤ ١٨٥

٣س$_{١}$ + ½س$_{٢}$ + ٧½س$_{٣}$ + ٢س$_{٤}$ ≤ ٣٢٠

½س$_{١}$ + س$_{٢}$ + ٣½س$_{٣}$ + ٤س$_{٤}$ ≤ ١٠٥

٤ـ ت = ١٠س$_{١}$ + ٨س$_{٢}$ + ٦س$_{٣}$ + ١٢س$_{٤}$

في ظل : ٤س$_{١}$ + ٢س$_{٢}$ + ٢س$_{٣}$ + ٦س$_{٤}$ ≥ ٧٠

س$_{١}$ + س$_{٢}$ + س$_{٣}$ + س$_{٤}$ ≥ ٣٠

س$_{١}$ + ١½س$_{٢}$ + ½س$_{٣}$ + ٣½س$_{٤}$ ≤ ٦٠

التمرين الثالث :

تقوم ورشة ادكو لبناء زوارق الصيد ببناء نوعين نمطيين من زوارق الصيد الحجم المتوسط والحجم الصغير . وهى تقوم ببيع انتاجها خلال فصلى الربيع والصيف فى فصل الخريف والشتاء محققة أرباح مباشرة على النوع المتوسط تبلغ ١٠ جنيه وعلى الصغير تبلغ ٩ جنيه ، بينما تبيع انتاجها خلال فصلى الخريف والشتاء فى فصلى الربيع والصيف مقابل أرباح مباشرة قدرها ٢٠ جنيه للزورق المتوسط و ١٢ جنيه للزورق الصغير .

ويستغرق انتاج الزورق المتوسط ١٠ ساعات فى ورشة النجارة وستة ساعات فى التشطيب بينما يستغرق الزورق الصغير ١٢ ساعة فى ورشة النجارة وساعتين فى التشطيب . وتبلغ طاقة ورشة النجارة للستة شهور ٦٠٠٠ ساعة عمل ، بينما تبلغ طاقة ورشة التشطيب ٧٥٠٠ ساعة فى الستة شهور . وتستورد الاخشاب اللازمة لبناء هذه الزوارق من الخارج بمواصفات معينة . ويحدد حجم الواردات الحد الأقصى لعدد الزوارق التى يمكن بناءها بما لا يزيد عن ١٥٠٠ وحدة من كل نوع .

والمطلوب : تحديد برنامج انتاج وتصريف الزوارق الأمثل الذى يحقق أقصى حصيلة من الأرباح المباشرة .

التمرين الرابع :

يقوم البن البرازيلى بمزج ثلاث رتب من البن الخام للحصول على ثلاث أنواع من البن المطحون هى النوع الممتاز ، والنوع الناعم ، والنوع العادى . ويختلف المزيج المطلوب لكل نوع من أنواع البن الثلاثة من الرتب الثلاثة . فالبن العادى يتطلب أن يحتوى المزيج على ٣٥٪ من الرتبة الأولى ، ٢٠ ٪ من الرتبة الثانية ، ٤٥٪ من الرتبة الثالثة . بينما البن الناعم يتطلب أن ينطوى المزيج على ٣٠٪ من الرتبة الأولى ، ٣٠٪ من الرتبة الثانية ، ٤٠٪ من الرتبة الثالثة ، أما البن الممتاز فينطوى المزيج على ٢٥٪ من الرتبة الأولى ، ٤٠٪ من الرتبة الثانية ، ٣٥ ٪ من الرتبة الثالثة .
وتبلغ تكلفة كيلو البن الخام من الرتبة الأولى ٩٠ قرشا بينما تبلغ تكلفة الكيلو من الرتبة الثانية ٨٠ قرشا وتبلغ تكلفة الكيلو من الرتبة الثالثة ٦٠ قرشا . وترغب الادارة فى الانتاج بطاقتها الاسبوعية والتى تبلغ ٦٫٥ طن من البن الخام . ذلك لأنها مرتبطة بعقود توريد كميات من أنواع البن الثلاثة تبلغ ٢٫٥ طن من البن العادى ، ٢٫٠ طن من البن الناعم ، ١½ طن من البن الممتاز .

فما هى خلطة المزيج الذى يوفى بهذه المتطلبات بأقل تكاليف ممكنة . قم بتفسير القيم الظاهرة فى جدول الحل الأمثل ، وخاصة علاقة صف المؤشرات بمعاملات الاحلال .

التمرين الخامس :

تقوم جمعية رعاية المكفوفين باستثمار أموالها فى سندات ادخار البنك الأهلى وسندات التنمية وسندات القرض الوطنى . وفيما يلى بيان عن الفوائد السائدة لهذه الانواع من السندات .

	سندات البنك الأهلى		سندات التنمية		سندات القرض الوطنى	
	مجموعة أ	مجموعة ب	اصدار أول	اصدار ثانى	اصدار أول	اصدار ثانى
العائد	١٢٪	١٠٪	١٤٪	١٦٪	٢٠٪	١٨٪

وحيث تتميز سندات البنك الأهلى بسهولة استرداد قيمتها ، فان سياسة الجمعية تقتضى أن لا تقل الاستثمارات فيها عن ٤٠ ٪ من الموارد المتاحة ، كما تقضى السياسة

بعدم جواز الاستثمار فى نوع معين من السندات بخلاف سندات البنك الاهلى بمايزيد عن ١٥ ٪ من الموارد المتاحة ٠ أما سندات البنك الأهلى فيجوز أن يرتفع هذا الحد الى ٢٥ ٪ بالنسبة للمجموعة الواحدة ٠

المطلوب : تحديد برنامج استثمار الجمعية الذى يدر عليها أكبر عائد ممكن فى ظل هذه الشروط ٠

التمرين السادس :

تقوم شركة الدلتا الصناعية (ايديال) بانتاج ثلاثة أحجام من الثلاجات الكهربائية ، ١٢ قدم ، ٨ قدم ، ٦ قدم على التوالى،وتمر جميعا على ثلاثة مراكز انتاجية حيث يتم فى الأول تجميع هيكل الثلاجة ماعدا المحرك وجهاز التبريد ، ويتم فى الثانى تركيب المحرك وجهاز التبريد واجراء الاختبارات اللازمة ، ويتم فى الثالث اجراء التشطيبات النهائية ٠ ويتم انتاج الثلاجة ٦ قدم و ١٢ قدم للسوق المحلى بينما يتم انتاج الثلاجة ٨ قدم للسوق المحلى وللتصدير معا ٠ وتطلب وزارة الصناعة أن يقل سعر التصدير عن سعر السوق المحلى بمقدار ١٥ جنيه للوحدة مقابل حصول الشركة على اعانة تصدير تبلغ ١٠ جنيه للثلاجة ٠ وتحصل الشركة على جميع الأجزاء اللازمة لتصنيع الثلاجات الثلاثة فيما عدا المحرك من مصانع شركة الحديد والصلب المصرية ٠ وتشترط شركة الحديد والصلب أن لاتزيد طلبات شركة ايديال خلال الفترة التكاليفية الواحدة (٤ أسابيع) عن مايكفى لانتاج اما ٣٠٠٠ ثلاجة ٦ قدم أو ٢٥٠٠ ثلاجة ٨ قدم أو ٢٠٠٠ ثلاجة ١٢ قدم أو أى تشكيلة من أجزاء الثلاجات الثلاثة لاتزيد عما يعادل ٣٠٠٠ ثلاجة ٦ قدم ٠ كما لا تسمح موارد الشركة من النقد الأجنبى باستيراد أجزاء بخلاف المحرك من الخارج ٠ وتحدد التعليمات أن لايزيد عدد المحركات المستورده للثلاجة ١٢ قدم عن ٤٥٠ محرك فى الفترة التكاليفية ، بينما لاتوجد قيود على محركات النوعين الآخرين ٠ ومن فحص قوائم الأسعار والتكاليف عن عدد من الفترات التكاليفية السابقة وجد أن الأسعار والتكاليف التى ينتظر أن تسود فى العام المقبل كالآتى :

الثلاجة	٦ قدم	٨ قدم	١٢ قدم
التكلفة المتغيرة للوحدة بما فيها المحرك	٨٠ جنيه	١٠٠ جنيه	١٤٠ جنيه
سعر البيع فى السوق المحلى	١٢٠ "	١٦٠ "	٢٤٠ "

كما تبين من فحص سجلات الطاقة للمراكز الثلاثة ما يلى :

طاقة المركز من	٦ قدم	أو ٨ قدم	أو ١٢ قدم
المركز الأول	٢٥٠٠	٢٠٠٠	١٥٠٠
" الثانى	٣٠٠٠	٢٠٠٠	١٨٠٠
" الثالث	٢١٠٠	١٨٠٠	١٥٠٠

كما تبين من فحص سجلات المبيعات أن الشركة لا تستطيع أن تبيع ما يزيد عن ٦٦٠ ثلاجة ٨ قدم فى السوق المحلى فى الفترة التكاليفية • كما أن الشركة لا تتجه للتخزين •

المطلوب :

١ـ ماهو برنامج الانتاج الأمثل الذى يحقق أقصى حصيلة من الأرباح المباشرة فى الفترة التكاليفية •

٢ـ بفرض أن الطلب الخارجى على الثلاجة ٨ قدم لا يزيد عن ٤٠٠ وحدة فى الفترة التكاليفية ؟ فما هو أثر ذلك على برنامج الانتاج والأرباح •

٣ـ ماهو سعر البيع الذى يؤدى الى استواء انتاج الثلاجة ٦ قدم أو عدم انتاجها ؟

٤ـ فى ظل المطلوب الثانى ، وبفرض زيادة طاقة مركز الانتاج الثالث بما يعادل ٣٠٠ وحدة من الثلاجة ٦ قدم ، فما هى تشكيلة الانتاج المثالية ؟

٥ـ قم بتوضيح دلالة صف المؤشرات معاملات الاحلال فى جدول الحل الأمثل فى المطلوبين الأول والرابع •

الفصل الثالث
في
البرمجة الخطية (تابع)
تداخل النشاط والثنائية والتحلل وتحليل الحساسية

١ ـ مقدمة :

تناولنا في الفصلين السابقين أركان نموذج البرمجة الخطية ، ووضحنا قواعد واجراءات طريقة السمبلكس في نموذجي التقصية والتدنية • غير أن المشاكل التي أوردناها في مجالات التطبيق كانت تعد من المشاكل النمطية ، وان كنا قد لجأنا في احداها الى المتغيرات الوهمية ، وكان ذلك في سبيل تنميط المشاكل ليس الا • ويتواجد في الحياة العملية ، عدد من المشاكل التي يمكن حلها بالبرمجة الخطية ولكنها لا تتخذ الشكل النمطي لمشكلة البرمجة بطبيعتها ، أو تعد حالة خاصة من حالات التطبيق • ولعل أبرز مثالين على ذلك هما حالة تداخل النشاط وحالة طريقة النقل ، والتي سوف نفرد لها فصلا مستقلا فيما بعد • أما حالة تداخل النشاط فسوف نتناولها في هذا الفصل • بالاضافة الى ذلك فسوف نتناول في هذا الفصل النموذج الثنائي بالتحليل والتفصيل ونتناول تفسير نتائجه ، كما نتناول تحلل مشكلة البرمجة وامكانيات التغلب عليه • وننهي الفصل بفكرة مبسطة عن اجراءات تحليل حساسية أركان نموذج البرمجة للتغيرات التي قد تطرأ على معاملات وقيم متغيراته •

٢ ـ حالة تداخل النشاط :

افترضنا فيما تقدم أن متغيرات المشكلة موضوع تطبيق البرمجة الخطية لا تعتمد على بعضها البعض ، وان كانت تشترك في نفس الموارد المتاحة ، أو تنطوي عليها نفس العناصر المتاحة • غير أن حالة تداخل النشاط تعتبر من الحالات السائدة في الحياة العملية ، سواء على مستوى المنشأة أو الوحدة الاقتصادية ، أو على مستوى القطاع أو على المستوى القومي ولو توافر في هذا التداخل أو الاعتماد شروط الخطية والتجانس ، فانه يمكن تطبيق البرمجة الخطية على المشاكل التي

تنطوى عليـــه .

وقد يكون تداخل النشاط أو اعتماد المتغيرات على بعضها البعض فى اتجاه واحد كما قد يكون التداخل متبادل فى اتجاهات متضادة . وعادة ماتكون الحالة الأولى اكثر شيوعا على مستوى الوحدة الاقتصادية العاملة ، كما تكون الحالة الثانية أكثر شيوعا علـى مستوى القطاع وعلى المستوى القومى . ونتناول هتين الحالتين فى البنود الفرعيــــــة التاليـــــة :

٢ـ١ـ حالة التداخل فى اتجاه واحد :

تكون حالة تداخل النشاط فى اتجاه واحد اذا استخدمت بعض المنتجات فـــى انتاج منتجات أخرى، دون استخدام هذه المنتجات الأخرى فى انتاج الأولى فالقطـن يستخدم فى انتاج الغزل مثلا ولا يستخدم الغزل فى انتاج القطن، بينما القــــمح يستخدم فى انتاج القمح كبذور كما يستخدم فى إنتاج الدقيق ولايستخدم الدقيق فـــى انتاج القمح .

ولنفرض مثلا أن احدى الشركات تقوم بانتاج ثلاثة منتجات هى $س_1$ ، $س_2$، $س_3$. ولنفرض أنه يلزم لانتاج وحدة من $س_2$ استخدام وحدتين من $س_1$ ، كما يلزم لانتاج $س_3$ استخدام وحدة $س_1$ ونصف وحدة من $س_2$. ويمكن التعبير عن هذا التداخل البسيط فى اتجاه واحد بمصفوفة الكميات التالية :

المستخدم من :	$س_1$	$س_2$	$س_3$	
فى انتاج $س_1$	٠	٠	٠	مصفوفة
$س_2$	٢	٠	٠	الكميات
$س_3$	١	½	٠	[ك]

ولنفرض أيضا أن المنتجات الثلاثة يتم انتاجها باستخدام خمسة موارد انتاجيــــة ثابتة المقدار والقدرة فى الفترة التكاليفية . ولنفرض أن علاقة المنتجات بالموارد والمقادير المتاحة من الموارد كانت كما هو موضح فى مصفوفة معاملات الاستخدام المباشرة التالية

مصفوفة معاملات الاستخدام المباشـرة [أ]

المنتج	$س_1$	$س_2$	$س_3$	الكمية المتاحة من المورد [ب]
المورد الأول	١	٠	٠	٥٢٠٠ ساعة/ آلة
الثانى	٠	١	٠	٦٤٠٠ ساعة /آلة
الثالث	٠	٠	١	٤٢٠٠ ساعة/ آلة
الرابع	١	١	٠	٧٢٠٠ ساعة/ عامل
الخامس	١	١	٢	٥٤٠٠ ساعة/ عامل

ونفترض أيضا أن كل من المنتجات الثلاثة يمكن بيعه فى السوق بسعر يزيد عن تكلفته المتغيرة • وتنطوى التكلفة المتغيرة لأى منتج فى هذه الحالة على التكلفة المتغيرة للمنتجات الاخرى المستخدمة فى انتاجه • فلو فرضنا مثلا أن التكلفة المتغيرة للوحدة من $س_1$ من مواد وأجور ومصاريف صناعية متغيرة تبلغ ١٠ جنيه ، فان التكلفة المتغيرة للوحدة من $س_3$ يجب أن تشتمل على تكلفة وحدتين من $س_1$ ضمن تكلفة المواد المتغيرة الخاصة بها • فاذا كانت التكلفة المتغيرة للوحدة من $س_3$ بخلاف احتياجاتها من $س_1$ تبلغ ١٢ جنيه ، فان تكلفتها المتغيرة من وجهة نظرنا تصبح ٣٢ جنيه• وسوف نفترض تأسيسا على ذلك أن الربح المباشر ، أى فائض سعر البيع عن التكلفة المتغيرة للمدخلات للوحدة من كل من المنتجات الثلاثة كان كالآتى: ٥ جنيه للوحدة من $س_1$، ٨ جنيه للوحدة من $س_2$ ، ١٠ جنيه للوحدة من $س_3$ •

واذا فرضنا أن علاقات التداخل كما تظهر فى مصفوفة الكميات خطية ، فانه يصبح من الممكن تطبيق البرمجة الخطية لايجاد تشكيلة الانتاج المثالية • الا أن ذلك يقتضى ضرورة تحضير البيانات اللازمة بحيث يتحقق الربط بين مصفوفة الكميات ومصفوفة معاملات استخدام الموارد النادرة المتاحة لانتاج المنتجات • ويتم ذلك عن طريق ايجاد مصفوفة الاحتياجات الكلية بين المنتجات،ثم ايجاد مصفوفة معاملات الاستخدام الكلية •

٢ــ٢ــ مصفوفة الكميات الكلية ومصفوفة الاستخدام الكلية :

توضح مصفوفة الكميات الكلية اجمالى عدد الوحدات اللازمة من منتج معين فـــى

انتاج وحدة واحدة من كل من المنتجات الأخرى، سواء كان ذلك بطريق مباشر أو بطريق غير مباشر. فالوحدة من س٣ مثلا تحتاج لوحدة من س١ بطريق مباشر، غيرأنها بالاضافة الى ذلك تحتاج الى ½ وحدة من س٢ والتى تحتاج الوحدة منها بدورها الى ٢ وحدة من س١ ، بما يؤدى الى أن س٣ تحتاج الى ½ × ٢ = ١ وحدة اضافية من س١ بطريق غير مباشر (أى عن طريق س٢). فهى اذن تحتاج الى وحدة من س١ احتياجا مباشرا والى وحدة من س١ احتياجا غير مباشر، لتكون احتياجاتها الكلية من س١ وحدتين .

ويتم ايجاد مصفوفة الكميات الكلية بايجاد مصفوفة الاحتياجات المباشرة ثم ايجاد مقلوبها . فاذا رمزنا لمصفوفة الاحتياجات المباشرة بالرمز (ج) ولمصفوفة الوحدة بالرمز (I) فان (ج) = (I) — (ك) .
وتكون مصفوفة الكميات الكلية هى $(ج)^{-1}$
وتكون مصفوفة الاحتياجات المباشرة لمثالنا الجارى كالآتى :

$$(ج) = \begin{bmatrix} ١ & ٠ & ٠ \\ ٠ & ١ & ٠ \\ ٠ & ٠ & ١ \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} ٠ & ٠ & ٠ \\ ٢ & ٠ & ٠ \\ ١ & \frac{1}{2} & ٠ \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} ١ & ٠ & ٠ \\ -٢ & ١ & ٠ \\ -١ & -\frac{1}{2} & ١ \end{bmatrix}$$

ويتم ايجاد مقلوب (ج) أى $(ج)^{-1}$ باستخدام نهج الاستبعاد الكامل السابق شرحه كالآتى :

١ — نضع (ج) بجوار مصفوفة وحدة من نفس الرتبة كما يلى :

الصف	(ج)			(I)		
(١)	١	٠	٠	١	٠	٠
(٢)	-٢	١	٠	٠	١	٠
(٣)	-١	-½	١	٠	٠	١

٢ — نقوم بتحويل (ج) الى مصفوفة وحدة (I) عن طريق عمليات الصفوف السابق توضيحها فى طريقة الاستبعاد الكامل ، على أن يتم اجراء نفس العمليات على مصفوفة الوحدة المجاورة . فالصف الأول لايحتاج الى تعديل . أما الصف الثانى فيتطلب تحويل العنصر (—٢) فى العمود الأول الى الصفر، ويتم ذلك بضرب الصف الأول فى

(٢) واضافته جبريا للصف الثانى • ويتطلب الصف الثالث استبعاد العنصر (–١) فى العمود الأول والعنصر (–½) فى العمود الثانى • ويتم استبعاد العنصر الأول باضافة الصف الأول الى الصف الثالث ، كما يتم استبعاد (–½) بضرب الصف الثانى الجديد

فى (½) واضافته جبريا للصف الثالث •

ويكون ناتج هذه العمليات كالآتى :

الصف (١)/	١	•	•	١	•	•	كما هو (١)
(٢)/	•	١	•	٢	١	•	الصف (١) x ٢ + الصف (٢)
(٣)/	•	•	١	٢	½	١	الصف (١) + الصف (٢)/ x ½ + الصف (٣)
	(I)			$[ج]^{-1}$			

٣– يكون ناتج ماتقدم أن تقع [ا] مكان [ج] ويحل $[ج]^{-1}$ محل [ا] فى الجوار •

ويلاحظ فى $[ج]^{-1}$ أن كل عمود من الاعمدة يوضح استخدامات المنتج فى نفسه وفى المنتجات الأخرى بصورة مباشرة وبصورة غير مباشرة • فالمنتج الأول $س_1$ فى العمود الأول يلزم انتاج وحدة من $س_1$ ليكون لدينا وحدة من $س_1$ ، كما يلزم وحدتين من $س_1$ لانتاج وحدة من $س_2$ ، كما يلزم وحدتين من $س_1$ لانتاج وحدة من $س_3$ •

٤– حتى يمكن ايجاد الرابطة بين هذه المصفوفة $[ج]^{-1}$ ومصفوفة معاملات الاستخدام المباشرة [أ] لايجاد مصفوفة الاستخدام الكلية من الموارد النادرة $[أ]^*$ ، يلزم تحويل أعمدة $[ج]^{-1}$ الى صفوف ، أى ايجاد مبدولها $[\hat{ج}]^{-1}$ • ذلك حتى تكون دلالة الاعمدة موحدة فى كل من $[\hat{ج}]^{-1}$ و [أ] • فالعمود فى [أ] يوضح احتياجات المنتج المعين من الموارد المختلفة ، بينما العمود فى $[ج]^{-1}$ يوضح احتياجات المنتجات المختلفة من المنتج المعين، وبتحويل الصفوف الى أعمدة يكون العمود فى $(\hat{ج})^{-1}$ موضحا احتياجات المنتج من المنتجات المختلفة •

٥– يتم ايجاد مصفوفة الاستخدام الكلية $(أ)^*$ من الموارد النادرة عن طريق ضرب [أ] مسبقا فى $[\hat{ج}]^{-1}$ كالآتى :

أى $[أ]^* = [أ] \times [\hat{ج}]^{-1}$

أى :

$$(أ)^* = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 2 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 1 & 2 & 2 \\ 0 & 1 & \frac{1}{2} \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} = \begin{array}{c} \\ ب_1 \\ ب_2 \\ ب_3 \\ ب_4 \\ ب_5 \end{array} \begin{array}{c} س_1 \quad س_2 \quad س_3 \\ \begin{bmatrix} 1 & 2 & 2 \\ 0 & 1 & \frac{1}{2} \\ 0 & 0 & 1 \\ 1 & 3 & 2\frac{1}{2} \\ 1 & 2 & 4 \end{bmatrix} \end{array}$$

وبالتمعن فى [أ]* نجد أن كل عنصر فيها يظهر الآثار الكلية لعلاقة كل منتج بكل من المنتجات الأخرى والموارد المتاحة. فالمنتج س$_3$ مثلا لايستخدم المورد الاول بطريق مباشر حيث أن هذا المورد مخصص لانتاج س$_1$ ، الا أن س$_3$ يحتاج لوحدة من س$_1$ يستغرق انتاجها ساعة من الآلة الاولى ، كما تحتاج الى ½ وحدة من س$_2$ والتى تحتاج بدورها الى وحدتين من س$_1$ فتستغرق بطريق غير مباشر ساعة أخرى من هذه الآلة لتوفير الاحتياجات الغير مباشرة لنصف وحدة من س$_2$.

واذا نظرنا الى المورد الخامس مثلا لنوجدنا أن الوحدة من س$_3$ تحتاج

احتياجات مباشـرة = ١ وحدة × ٢ ساعة = ٢ ساعة

احتياجات من س$_1$ = ٢ وحدة × ١ ساعة = ٢ ساعة

احتياجات من س$_2$ = ½وحدة × ٠ ساعة= صفر ساعة

الاحتياجات الكلية للوحدة من س$_3$ مـــن المورد الخامس = ٤ ساعة

وعلى نفس النمط يمكن تفسير باقى العناصر الظاهرة فى [أ]*

٢-٣- صيغة نموذج البرمجة فى حالة تداخل النشاط :

بعد التوصل الى مصفوفة الاستخدام الكلية يصبح كل صف فيها ممثلا لقيدا على برنامج الانتاج الممكن تحقيقة ، ويعبر عن علاقة المورد الواقع فى الصف بالمنتجات التى تقع على قمة الأعمدة. فاذا اضفنا الى هذه القيود الموضوعية كل من دالة الهدف والقيود التلقائية لاتخذ نموذج البرمجة الخطية لهذه المشكلة الصيغة الآتيــة:

عظم ع = ٥س١ + ٨س٢ + ١٠س٣ (١)

فى ظل : س١ + ٢س٢ + ٢ س٣ ≤ ٥٢٠٠

س٢ + ½ س٣ ≤ ٦٤٠٠

س٣ ≤ ٤٢٠٠ (٢)

س١ + ٣س٢ + ٢½ س٣ ≤ ٧٢٠٠

س١ + ٢س٢ + ٤ س٣ ≤ ٥٤٠٠

كل من س١ ، س٢ ، س٣ ≥ صفر (٣)

وباضافة المتغيرات العاطلة ، واتباع قواعد واجراءات طريقة السمبلكس(قواعد التقصية) يظهر الحل كما هو موضح فى جدول الحل الأمثل التالى :

جدول الحل الاساسى الأمثل

		عو	٥	٨	١٠	٠	٠	٠	٠	٠	
عو	س*	ب	س١	س٢	س٣	س٤	س٥	س٦	س٧	س٨	
٥	س١	٥٠٠٠	١	٢	٠	٢	٠	٠	٠	-١	
٠	س٥	٦٣٥٠	٠	١	٠	١/٤	١	٠	٠	-١/٤	
٠	س٦	٤١٠٠	٠	٠	٠	١/٢	٠	١	٠	-١/٢	
٠	س٧	١٩٥٠	٠	١	٠	-٣/٤	٠	٠	١	-١/٤	
١٠	س٣	١٠٠	٠	٠	١	-١/٢	٠	٠	٠	١/٢	
المؤشرات		٢٦٠٠٠	٠	-٢	٠	-٥	٠	٠	٠	٠	

ويوضح جدول الحل الأمثل فى هذه الحالة تشكيلة الانتاج المثالية للبيع فى السوق الخارجى بعد الوفاء بالاحتياجات الداخلية ، وبالتالى فحجم الانتاج الفعلى من كل منتج ، والذى يفى باحتياجات المنتجات الأخرى ومبيعات السوق الخارجى، أو بمعنى آخر حجم الانتاج الكلى من المنتجات المختلفة ، يتم الحصول عليه بضرب مبدول مصفوفة الكميات الكلية $[\hat{ج}]^{-1}$ فى $[س^*]$ للمنتجات ، وهى فى مثالنا الجارى

كالآتـــى :

$$\begin{bmatrix} \text{س}_1 = 5200 \\ \text{س}_2 = 50 \\ \text{س}_3 = 100 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \text{س}_1 = & 5000 \\ \text{س}_2 = & \text{صفر} \\ \text{س}_3 = & 100 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 2 & 2 & 1 \\ \frac{1}{2} & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

$$(\text{الطلب الخارجي}) = (\text{الانتاج الكلى}) \qquad (\hat{\text{جـ}})^{-1} - 1$$

وهذا يعنى أن حجم الانتاج الفعلي من س١ يبلغ ٥٢٠٠ وحدة ، تم منها استخدام ١٠٠ وحدة فى انتاج ٥٠ وحدة من س٢ لزوم انتاج ١٠٠ وحدة من س٣ ، كما تــم استخدام ١٠٠ وحدة من س١ فى إنتاج ١٠٠ وحدة من س٣ مباشرة . أما الـ ٥٠ وحدة التى تم انتاجها من س٢ فقد استخدمت فى انتاج الـ ١٠٠ وحدة من س٣ . ويبقى ٥٠٠٠ وحدة من س١ و ١٠٠ وحدة من س٣ للمبيعات الخارجية . ويطلق علـى الفرق بين الانتاج الكلى من كل منتج والطلب الخارجى عليه اصطلاح الاستخدامـات الوسيطة . وهى تقيم لاغراض حساب تكلفة المنتجات المستخدمة لها بتكلفتها المتغيرة وليس بسعر بيعها كما سبق وذكرنا .

٢-٤- مبررات تقييم الاستخدامات الوسيطة بتكلفتها المتغيرة :

سبق أن لمحنا الى أن المنتجات الوسيطة المستخدمة فى انتاج منتجات أخرى يتم تقييمها فى نموذج تداخل النشاط بتكلفتها المتغيرة وليس بسعر بيعها لأغــراض حساب الربح المباشر على الوحدة من المنتجات المستخدمة لها . ويكمن السبب فــى ذلك فى الكيفية التى توصلنا بها للمصفوفة [أ]* والتى منها نستقى معاملات قيـــود النموذج . فاذا نظرنا لهذه المصفوفة لوجدنا أن الوحدة من س٣ مثلا تتحمل بأربــع ساعات من المورد الخامس ، بينما احتياجاتها المباشرة من هذا المورد هى ساعتين . ويرجع تحميلها بأربع ساعات بدلا من ساعتين الى أنها تحتاج لوحدتين من س١ ، والوحدة من س١ تحتاج الى ساعة من هذا المورد . وبالتالى فقد أصبحت س٣ فيمـا يتعلق بعلاقاتها بالموارد النادرة مستقلة عن س١ باحتياجاتها الكلية فهى تأخذ من المورد الخامس مايكفى لانتاج احتياجاتها من س١ ومايكفى لانتاجها بطريق مباشر . ومن ثم فان الربح المباشر الذى كان يتحقق بوحدتين من س١ اصبح واجب التحقيـق

ضمن الربح المباشر للوحدة من س٢ المستخدمة لهاتين الوحدتين والتى تحملت باحتياجاتها من الموارد ٠

وكمثال آخر دعنا ننظر الى احتياجات س٢ من المورد الأول فى المصفوفة (أ*) فمن الواضح من المصفوفة (أ) أن س٢ ليس لها استخدام مباشر من المورد الأول . فهذا المورد مخصص لانتاج س١ ، غير أن س٢ قد تحملت فى (أ)* بساعتين من طاقة هذا المورد ، ذلك لانها تحتاج الى وحدتين من س١ ، والوحدة من س١ تحتاج الى ساعة من طاقة هذا المورد ، ومن ثم حملت س٢ بالساعتين ، وبالتالى فيجب أن تنطوى ربحيتها المباشرة على ما كان من الممكن يتحقق بهاتين الساعتين لو تم تخصيصهما لانتاج س١ للمبيعات الخارجية : أى أنه عند حساب التكلفة المتغيرة للوحدة من س١ يلزم تقييم الوحدة من س١ بتكلفتها المتغيرة حتى تتضمن الارباح المباشرة للوحدة من س٢ بعد حساب تكلفتها المتغيرة على هذا الأساس الارباح المباشرة التى فقدت باستخدامها لوحدتين من س١ بدلا من بيعهما فى السوق ، وبالتالى فالارباح المباشرة على الوحدة من س٢ =

سعر البيع للوحدة	٤٠	جنيه
يخصم تكلفتها المتغيرة :		
الخاصة بوحدتين من س١ (٢×١٠)	٢٠	"
الخاصة بالمواد الأخرى والاجور والمصاريف	١٢	"
جملة التكلفة المتغيرة للوحدة من س٢	٣٢	"
الارباح المباشرة على الوحدة من س٢	٨	"

ويختلف مفهوم الارباح المباشرة عن مفهوم الارباح المضافة ، فالأرباح المضافة تتمثل فى التغير فى الربحية نتيجة اضافة (أو نقص) مدخلات جديدة اضافية ، فالوحدتين من س١ تبلغ تكلفتهما المتغيرة ٢٠ جنيه وتبلغ حصيلة أرباحهما المباشرة ١٠ جنيه ، فاذا استخدمتا فى انتاج وحدة من س٢ فيلزم اضافة تكلفة متغيرة أخرى تبلغ ١٢ جنيه ، وحيث أن الوحدة من س٢ تباع بمبلغ ٤٠ جنيه فان الارباح المباشرة للوحدة تكون ٨ جنيه، وبالتالى فقد ترتب على اضافة ١٢ جنيه للتكلفة المتغيرة لوحدتين من س١ فى سبيل الحصول على وحدة من س٢ ، انخفاض الارباح المباشرة من ١٠ جنيه الى ٨ جنيه ، وتكون الارباح المضافة نتيجة لذلك هى (—٢ جنيه) ٠

وتظهر الارباح المضافة فى نموذج البرمجة الخطية (بالطريقة التى نتبعها) فى صف المؤشرات • فاذا نظرنا الى جدول الحل الأمثل للمشكلة قيد البحث لوجدنا أن الرقم (–٢) يظهر أسفل س٢ فى صف المؤشرات • وحيث أن صف المؤشرات يتم الحصول عليه نتيجة تفاعل النموذج وليس كمعطيات للنموذج ، فاننا نبدأ بالربح المباشر فى دالة الهدف تاركين أمر تحديد الأرباح (أو التكاليف) المضافة للنموذج ذاته •

وكقاعدة عامة فلا يجوز تحميل منتج معين باستخداماته الكلية من كل من الموارد النادرة ، والتى تتضمن استخداماته غير المباشرة الناتجة عن استخدامه لمنتجات أخرى، وتحميله أيضا بالأرباح المباشرة التى كانت تتحقق على هذه الاستخدامات فى المنتجات الأخرى لأننا لو فعلنا ذلك لضخمنا استخداماته بمقدار استخداماته غير المباشرة دون رفع ربحيته المباشرة بما يقابل هذا التضخيم • فتحميل منتج معين بالاستخدامات غير المباشرة التى تترتب على استخدامه لمنتج آخر يقتضى رفع ربحية هذا المنتج بما يعادل الربح المباشر الذى كان سوف يترتب على هذا الاستخدامات فى المنتج الآخر • أى أن الأمر يقتضى تقييم استخداماته الوسيطة من هذا المنتج الآخر بالتكلفة المتغيرة لهذا المنتج •

٢–٥– حالة التداخل المتبادل :

يكون التداخل بين المنتجات متبادلا اذا كانت المنتجات السابقة تستخدم استخداما وسيطا فى المنتجات اللاحقة وكانت هذه الاخيرة تستخدم استخداما وسيطا فى المنتجات السابقة • كأن يتطلب انتاج وحدة من س٢ استخدام وحدة من س١ فى الوقت الذى يتطلب فيه انتاج وحدة من س١ استخدام ½ وحدة من س٢ • وعادة ما يكون التداخل المتبادل قائما بين المنتجات على مستوى القطاع أو الصناعة أو المستوى القومى. ولعل أبرز مثال على هذا التداخل هو تحليل المستخدم والمنتج أو جداول المدخلات والمخرجات •

وتعترضنا فى هذا الصدد مشكلة جديدة لم تكن ذات تأثير فى حالة التداخل فى اتجاه واحد ، وهى اختلاف وحدات قياس المنتجات المختلفة المتبادلة. فكيف نقيس استخدامات س٢ من س١ بوحدات س١ ،ثم نقيس استخدامات س١ من س٢ بوحدات

س٣ تنشئ علاقة تبادل ذات مغزى محدد بينهما ، وذلك اذا كانت وحدات قياس كل تختلف عن الأخرى ؟ ولا تقوم هذه المشكلة فى حالة التبادل فى اتجاه واحد . فاستخدامات المنتجات اللاحقة من منتج معين يتم قياسها بوحدة قياس هذا المنتج فى صفوفة الكميات ، كما أن هذا المنتج لا يكون له استخدام من المنتجات اللاحقة ذات وحدات القياس المختلفة . وكى نتخلص من هذه المشكلة فى حالة التداخل المتبادل نقوم بالتعبير عن الاستخدامات الوسيطة بين المنتجات بوحدات قياس موحدة هى النقدية ، وبمعنى آخر تحول المبادلات الكمية الى مبادلات قيمية .

وعادة ما يطبق تحليل المستخدم والمنتج على المستويات التجميعية من الاقتصاد القومى ، أى مستوى الصناعة ، او القطاع ، أو المستوى القومى [1] غير أن النموذج يمكن تطبيقه على مستوى الوحدة الاقتصادية العاملة متى توافرت شروط تطبيقه . وسوف نكتفى بعرضه هنا فى صورة مبسطة باعتباره حالة خاصة من حالات نموذج البرمجة الخطية .

ويقوم نموذج المستخدم والمنتج على افتراض وجود علاقات تبادل متداخلة بين القطاعات أو المنتجات المختلفة ، فيما يسمى بالاستخدامات الوسيطة ، تكون ذات نسب ثابته . بمعنى أن كل قطاع (أو منتج) يستخدم من نفسه ومن كل من القطاعات الاخرى (أو المنتجات الأخرى) نسبة ثابته من قيمة انتاجه . ولا تتغير هذه النسبة بما يطرأ من تقلبات فى حجم الانتاج . ويبدأ تحليل المستخدم والمنتج باعداد جدول المستخدم والمنتج من واقع البيانات التاريخية .

ولنفرض وصولا للغرض ، أن احدى الشركات تقوم بانتاج ثلاثة منتجات س١ ، س٢ ، س٣ حيث يوجد علاقات تبادل وسيطة متداخلة بينهما . ولنفرض أن بيانات الانتاج والاستخدام معبرا عنها بالالف جنيه عن الفترة المحاسبية المنتهية ظهرت كما هو مبين بجدول المستخدم والمنتج التالى .

---

(١) أنظر لتفاصيل النموذج فى هذه المجالات ، د . عبد الحى مرعى ، دراسات فى المحاسبة القومية ونظام حسابات الحكومة (مؤسسة شباب الجامعة ، ١٩٧٤) .

ويمثل كل صف من الصفوف الثلاثة الأولى قيمة الانتاج من كل منتج والمستخدم فى كل من المنتجات الأخرى وللمبيعات الخارجية • فقيمة انتاج س١ = ١٠٠٠ ، منها مستخدم فى س٢ ٤٠٠ وفى س٣ ١٠٠ و ٥٠٠ للمبيعات الخارجية •

كما يوضح كل عمود من الاعمدة الثلاثة الأولى استخدامات كل منتج من نفسه ومن المنتجات الاخرى ، ومن الاستخدامات الاخرى ، فالعمود الثانى مثلا يوضح أن

جدول المستخدم والمنتج من ثلاثة منتجات

المنتج من \ المستخدم فى	و = ١ س١	٢ س٢	٣ س٣	مبيعات خارجية	مجموع الانتاج
و= ١ س١	٠	٤٨٠	٦٠	٤٦٠	١٠٠٠
٢ س٢	٢٠٠	٩٦٠	٠	١٢٤٠	٢٤٠٠
٣ س٣	٣٠٠	صفر	٢٤٠	٦٠	٦٠٠
استخدامات أخرى	٥٠٠	٩٦٠	٣٠٠	١٧٦٠	
مجموع الاستخدامات	١٠٠٠	٢٤٠٠	٦٠٠		٤٠٠٠

مجموع استخدامات س٢ = ٢٤٠٠ منها ٤٨٠ من س١ ، ٩٦٠ من نفسه ، صفر من س٣ و ٩٦٠ استخدامات أخرى • والواقع أن البيانات الواردة فى الجدول يمكن تقسيمها الى أربعة أقسام رئيسية هى : صفوفة المبادلات الوسيطة ، ومتجه الاستخدامات الأخرى ، ومتجه المبيعات الخارجية ، ومطابقة مجموع الاستخدامات مع مجموع الانتاج • وتقع صفوفة المبادلات الوسيطة فى الصفوف الثلاثة الأولى والاعمدة الثلاثة الأولى • ويوضح كل عمود فيها قيمة استخدامات كل منتج من نفسه ومن المنتجات الاخرى بالمقارنة بمجموع استخداماته • وتعتبر هذه الصفوفة عصب نموذج المستخدم والمنتج •

ويتضمن صف الاستخدامات الأخرى قيمة كل مايلزم لانتاج المنتج بخلاف الاستخدامات الوسيطة وبما فيها الأرباح ٠ ويتضمن هذا الصف القيمة المضافة أو عوائد عوامل الانتاج فى النموذج على المستوى القومى ٠ أما على مستوى الوحدة الاقتصادية فهو يتضمن بالاضافة الى عوائد عوامل الانتاج من أجور وفوائد وايجارات وأرباح ، كل الاستخدامات الأخرى من مواد مباشرة وغير مباشرة بخلاف المنتجات المتداخلة ، وعناصر المصاريف الصناعية المتغيرة من وقود وزيوت وقوى محركة وما الى ذلك ٠

ويتضمن عمود المبيعات الخارجية قيمة المبيعات من كل منتج بعد الوفاء بالاحتياجات الوسيطة للمنتجات الأخرى ولنفسه ٠ ويحل محل هذا العمود فى جدول المستخدم والمنتج على المستوى القومى مكونات الطلب النهائى على انتاج القطاعات المختلفة ٠

وحيث تضمنت الاستخدامات الأخرى عوائد عوامل الانتاج بما فيها الارباح (أو الخسائر) فانه يصبح من الضرورى والمنطقى أن يتطابق مجموع الاستخدامات لكل منتج مع مجموع الانتاج الخاص بــه ٠

وتعتبر مصفوفة المبادلات الوسيطة عصب نموذج المستخدم والمنتج كما ذكرنا ومنها يتم تحضير البيانات اللازمة للنموذج طبقا للخطوات التالية :

١ — لنرمز لمصفوفة المبادلات بالرمز [د] وهى بطبيعتها مصفوفة مربعة (فى مثالنا الجارى ٣ × ٣)٠ وتكون الخطوة الأولى هى أن نقوم بتحويل [د] الى مصفوفة معاملات فنية بين المنتجات [م] ، عن طريق نسبة كل عنصر فى العمود [و] من [د] على مجموع الاستخدامات فى نفس العمود ٠ ففى العمود الأول مثلا الخاص بالمنتج $س_1$ نقوم بقسمة صفر على ١٠٠٠ ثم بقسمة ٢٠٠ على ١٠٠٠ ، ثم بقسمة ٣٠٠ على ١٠٠٠ لنحصل على النسب المطلوبة فى العمود الأول من [م]٠ وتكون لمثالنا الجارى :

$$[م] = \begin{bmatrix} \frac{0}{1000} & \frac{480}{2400} & \frac{60}{600} \\ \frac{200}{1000} & \frac{960}{2400} & 0 \\ \frac{300}{1000} & \frac{0}{2400} & \frac{240}{600} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 0.2 & 0.1 \\ 0.2 & 0.4 & 0 \\ 0.3 & 0 & 0.4 \end{bmatrix}$$

ويلاحظ فى [م] أن القطر الرئيسى يمثل معاملات استخدام المنتجات من نفسها ، فالمنتج س١ مثلا لا يستخدم من نفسه بينما س٢ يستخدم ٤٠٪ من انتاجه ذاتيا . هذا وان كان ذلك يعد فى بعض الحالات غير منطقى على مستوى الوحدة الاقتصادية فهو فى غالبية الحالات منطقى على مستوى القطاع والمستوى القومى . فالزراعة تستخدم البذور من الزراعة والنسيج يستخدم الغزل من الصناعة وهكذا .

٢ــ نحصل على مصفوفة معاملات الاستخدام المباشرة [ج] أو ما يسمى بمصفوفة الاحتياجات المباشرة من [م] بطرح [م] من مصفوفة الوحدة [I] :

$$[ج] = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} 0 & 0.2 & 0.1 \\ 0.2 & 0.4 & 0 \\ 0.3 & 0 & 0.4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & -0.2 & -0.1 \\ -0.2 & 0.6 & 0 \\ -0.3 & 0 & 0.6 \end{bmatrix}$$

٣ــ نحصل على مصفوفة الاحتياجات الكلية $(ج)^{-1}$ من (ج) بايجاد مقلوب الاخيرة باتباع طريقة الاستبعاد الكامل السابق شرحها (أو باتباع طريقة المحددات والمرافقات)(١) وتكون مصفوفة الاحتياجات الكلية كالآتى :

$$[ج]^{-1} = \frac{1}{318} \begin{bmatrix} 360 & 120 & 60 \\ 120 & 570 & 20 \\ 180 & 60 & 560 \end{bmatrix}$$

وتعبر $[ج]^{-1}$ عن الاحتياجات الكلية للوحدة من كل منتج من نفسه ومن المنتجات الأخرى . فالعمود الأول مثلا يوضح أنه لانتاج وحدة من س١ تتاح للاستخدامات الأخرى بما فيها المبيعات الخارجية يلزم :

$\frac{360}{318}$ من س١ لأن س١ لها احتياجات غير مباشرة من نفسها تبلغ $\frac{42}{318}$

---

(١) لهذه الطريقة انظر د . عبد الحى مرعى ، دراسات فى المحاسبة القومية ... مرجع سابق .

$\frac{١٢٠}{٣١٨}$ من $س_٢$ كاحتياجات مباشرة وكاحتياجات غير مباشرة عن طريق $س_٣$ ٠

$\frac{١٨٠}{٣١٨}$ من $س_٣$ كاحتياجات مباشرة واحتياجات غير مباشرة ٠

وبذلك فالصف الأول يوضح جملة الاحتياجات من $س_١$ فى $س_١$ وفى $س_٢$ وفى $س_٣$ للوفاء بالمبيعات الخارجية ٠ ويوضح الصف الثانى جملة الاحتياجات من $س_٢$ فى $س_١$ وفى $س_٢$ وفى $س_٣$ للوفاء بالمبيعات الخارجية ، وهكذا ٠

هذا وتقوم المصفوفة $[ج]^{-١}$ فى هذه الحالة مقام المصفوفة $[\hat{ج}]^{-١}$ السابق استخدامها فى حالة التبادل فى اتجاه واحد ٠ ذلك لأننا بدأنا حالة المستخدم والمنتج بالاعمدة ممثلة لاستخدامات كل منتج ، بينما كانت الاعمدة فى مصفوفة الكميات ممثلة لاستخدامات المنتجات المختلفة ٠

٤ـ يتم اتخاذ ندرة الموارد المتاحة محدودة المقدار والقدرة فى الاعتبار فى هذه الحالة عن طريق ايجاد العلاقة بين عوائد كل منها فى صف الاستخدامات الأخرى ومجموع الاستخدامات الخاصة بكل منتج ٠ كما يتم التعبير عن الكميات المتاحة من هذه الموارد تعبيرا قيميا عن طريق حساب العائد الكلى على هذه الكميات ٠ ولنرجع لتوضيح ذلك الى جدول المستخدم والمنتج السابق ، ونفترض على سبيل التبسيط أن بيان مجموع الاستخدامات الاخرى لكل منتج كان كالآتى :

المنتج	$س_١$	$س_٢$	$س_٣$
مواد واستخدامات وسيطة أخرى	١٠٠	٢٤٠	١٢٠
عائد المورد الأول	٢٠٠	٠	٦٠
" " الثانى	٢٠٠	٤٨٠	٠
" " الثالث	٠	٠	١٢٠
" " الرابع	٠	٢٤٠	٠
مجموع الاستخدامات الاخرى	٥٠٠	٩٦٠	٣٠٠
مجموع الاستخدامات	١٠٠٠	٢٤٠٠	٦٠٠

ونستطيع بنفس الطريقة التى اتبعناها بصدد ايجاد [م] من مصفوفة المبادلات [د] أن نحصل على مصفوفة معاملات الاستخدام من الموارد النادرة [أ] بنسبة عائد كل مورد الى مجموع استخدامات المنتج المعين • وتكون [أ] كالآتى :

$$\begin{bmatrix} ٠٫١ & ٠ & ٠٫٢ \\ ٠ & ٠٫٢ & ٠٫٢ \\ ٠٫٢ & ٠ & ٠ \\ ٠ & ٠٫١ & ٠ \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{١٦٠}{٦٠٠} & ٠ & \frac{٢٠٠}{١٠٠٠} \\ ٠ & \frac{٤٨٠}{٢٤٠٠} & \frac{٢٠٠}{١٠٠٠} \\ \frac{١٢٠}{٦٠٠} & - & - \\ ٠ & \frac{٢٤٠}{٢٤٠٠} & ٠ \end{bmatrix} = [أ]$$

ويلاحظ أننا أهملنا صف الاستخدامات من المواد والاستخدامات الوسيطة الأخرى حيث نفترض أن الكميات المتاحة منها لاتمثل قيدا على برنامج الانتاج على مستوى الوحدة الاقتصادية •

٥— نحصل على الاحتياجات الكلية لوحدة كل منتج من الموارد النادرة، أى نحصل على [أ]* ، فى هذه الحالة عن طريق ضرب [أ] مسبقا فى [ج]$^{-1}$ • لاحظ أننا لانوجد مبدول (ج)$^{-1}$ فى هذه الحالة لأن كل عمود فيها يمثل بطبيعته استخدامات المنتج من نفسه ومن المنتجات الأخرى •

$$\begin{bmatrix} \frac{٦٠}{٣١٨} & \frac{١٢٠}{٣١٨} & \frac{٣٦٠}{٣١٨} \\ \frac{٢٠}{٣١٨} & \frac{٥٧٠}{٣١٨} & \frac{١٢٠}{٣١٨} \\ \frac{٥٦٠}{٣١٨} & \frac{٦٠}{٣١٨} & \frac{١٨٠}{٣١٨} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} ٠٫١ & ٠ & ٠٫٢ \\ ٠ & ٠٫٢ & ٠٫٢ \\ ٠٫٢ & ٠ & ٠ \end{bmatrix} = [أ]^{*}$$

$$= \frac{١}{٣١٨} \begin{bmatrix} ٦٨ & ٣٠ & ٩٠ \\ ١٦ & ١٣٨ & ٩٦ \\ ١١٢ & ١٢ & ٣٦ \\ ٢ & ٥٧ & ١٢ \end{bmatrix}.$$

وحيث أن [أ]* هى نتاج مبادلات قيمية ، فيصبح من اللازم التعبير عـــن الكميات المتاحة من الموارد النادرة الأربعة بوحدات قيمية متجانسة بنفس وحدة القياس المستخدمة فى مصفوفة المبادلات ٠ ولنفرض فى مثالنا الجارى أن المتوفر من المـــوارد الاربعة معبرا عنه فى صورة العائد المنتظر على كل منها بالألف جنيه فى الفترة المقبلة كان كالآتى : المورد الأول ٤٠٠ ، المورد الثانى ٨٠٠ ، المورد الثالث ١٠٠ ، المورد الرابع ٣٠٠ ٠ ولنفرض أيضا أن الهدف هو تقصية العوائد المتوقعة على الموارد النادرة بانتاج المنتجات الثلاثة ٠

٦ــ للحصول على دالة الهدف فى هذه الحالة يلزم ايجاد معاملات كل مـــــن المنتجـات الثلاثة فيها ، وبحيث تكون معبرة عن مساهمة كل منتج فى تحقيق العوائد على الموارد النادرة ٠ ونحصـل على هذه المعاملات من المصفوفة [أ] حيث يمثل مجمـوع كل عمود فيها نسبة مساهمة كل منتج فى تحقيق هذه العوائد منسوبة الى مجموع انتاجه ٠ وحيث أن الانتاج الخاص بالمنتجات الثلاثة قد تم التعبير عنه بوحدة قياس قيميـــــة متجانسة ، فتصبح هذه النسب كافية لاظهار الهيكل النسبى للعوائد الخاصـــــة بالمنتجات الثلاثة بوحدات قياس موحدة ٠ وبذلك تكون دالة الهدف كالآتى :

$$\text{عظم} \quad ع = ٤ر س_١ + ٣ر س_٢ + ٣ر س_٣ \qquad (١)$$

٧ــ وتفيدنا المصفوفة [أ]* والمتاح من الموارد النادرة فى وضع القيود الموضوعية والتلقائية للمشكلة كالآتى :

$$\frac{١}{٣١٨} \begin{bmatrix} ٦٨ & ٣٠ & ٩٠ \\ ١٦ & ١٣٨ & ٩٦ \\ ١١٢ & ١٢ & ٣٦ \\ ٢ & ٥٧ & ١٢ \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} س_١ \\ س_٢ \\ س_٣ \end{bmatrix} \leq \begin{bmatrix} ٤٠٠ \\ ٨٠٠ \\ ١٠٠ \\ ٣٠٠ \end{bmatrix} \qquad (٢)$$

كل من $س_١$ ، $س_٢$ ، $س_٣$ $\geq$ صفـــر

٨ـ وباضافة المتغيرات العاطلة وضرف طرفى القيود الموضوعية (٢) فى ٣١٨
يكون جدول الحل الأساسى الأول كالآتــى :

		عj	٤ر	٣ر	٣ر	٠	٠	٠	٠	عj
عj	س*	ب	س١	س٢	س٣	س٤	س٥	س٦	س٧	النسب
٠	س٤	١٢٧٢٠٠	(٩٠)	٣٠	٦٨	١	٠	٠	٠	١١٧٧ ٢١/٢٧
٠	س٥	٢٥٤٤٠٠	٩٦	١٣٨	١٦	٠	١	٠	٠	٢٦٥٠
٠	س٦	٣١٨٠٠	٣٦	١٢	١١٢	٠	٠	١	٠	١٧٦٦ ٢/٣
٠	س٧	٩٥٤٠٠	١٢	٥٧	٢	٠	٠	٠	١	٧٩٥٠
المؤشرات		صفر	٤ر	٣ر	٣ر	٠	٠	٠	٠	

ويكون الحل الأساسى الأمثل لهذه المشكلة محتويا على المتغيرات الأساسية التالية:
(عليك بحلها بطريقة السمبلكس) :

[س*] = [س١ ، س٢ ، س٤ ، س٥]
= [٣٥٠ ، ١٦٠٠ ، ١٥٠ ، صفر]

وهو يعنى أن المبيعات الخارجية تتكون من ٣٥٠ (ألف جنيه) من س١ ، ١٦٠٠ (ألف جنيه) من س٢ ، صفر من س٣ • ويترتب على هذا البرنامج عدم امكانيـــة تحقيق العـائد المستهدف على المورد الأول ، حيث ينقص العـائد المحقق عليـــه (٢٥٠ ألف جنيه) عن المطلوب بمقدار ١٥٠ (ألف جنيه) وهى تساوى قيمة س٤ فى المتغيرات الأساسية ، أما الموارد الثلاثة الأخرى فقد تحقق العائد المستهـدف عليها وهـو ٨٠٠ ، ١٠٠ ، ٣٠٠ (ألف جنيه)على التوالى •

لاحـظ أن الحل الاساسى الأمثل يوضح تشكيلةالانتاج المثالية للمبيعـــــات الخارجية • وللحصول على حجم الانتاج الكلي من كل منتج فيلزم ضرب المصفوفة[جـ]$^{-1}$

فى هذه التشكيلة كالآتـى :

الانتاج الكلى من

$$\begin{bmatrix} س_١ \\ س_٢ \\ س_٣ \end{bmatrix} = \frac{١}{٣١٨} \begin{bmatrix} ٣٦٠ & ١٢٠ & ٦٠ \\ ١٢٠ & ٥٧٠ & ٢٠ \\ ١٨٠ & ٦٠ & ٥٦ \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} ٣٥٠ \\ ١٦٠٠ \\ صفر \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} ١٠٠٠ \\ ٣٠٠٠ \\ ٥٠٠ \end{bmatrix}$$

وبالاستعانة بالمصفوفة [م] والمصفوفة [أ] نستطيع من هذا الانتاج الكلى اعـــداد جدول المستخدم والمنتج المستهدف • فحيث تمثل مجموع انتاج $س_١$ ١٠٠٠ مثـلا ، فهو بالضرورة يساوى مجموع استخداماته ، وبافتراض النسب ثابتة فى [م] وفى [أ] ، نستطيع عن طريق ضرب أعمدة هاتين المصفوفتين فى الانتاج الكلى من كل منتج أن نقوم باعداد جدول المستخدم والمنتج •

ويلاحظ أن مجموع صف العائد المحقق على المورد الأول يبلغ ٢٥٠ بينمـــا المستهدف كان ٤٠٠، فلم يتحقق ١٥٠ (ألف جنيه) على هذا المورد • بمعنى أن طاقة هذا المورد عاطلـة بما يعادل رسملـة ١٥٠ ألف جنيه بمعدل العائـــد السارى على هذا المورد • أما المورد الثانى فقد استغل بالكامل وتحقق العائـــد المستهدف عليه وهو ٨٠٠ (ألف جنيه) وكذلك بالنسبة للموردين الثالث والرابع•

جدول المستخدم والمنتج المستهدف

المستخدم في	$س_1$	$س_2$	$س_3$	مبيعات خارجية	مجموع الانتاج
المنتج من : $س_1$	٠	٦٠٠	٥٠	٣٥٠	١٠٠٠
$س_2$	٢٠٠	١٢٠٠	٠	١٦٠٠	٣٠٠٠
$س_3$	٣٠٠	٠	٢٠٠	٠	٥٠٠
مواد واستخدامات وسيطة أخرى	١٠٠	٣٠٠	١٠٠		
عائد محقق على المورد الاول	٢٠٠	٠	٥٠		
« « « الثانى	٢٠٠	٦٠٠	٠		
« « « الثالث	٠	٠	١٠٠		
« « « الرابع	٠	٣٠٠	٠		
مجموع الاستخدامات الاخرى	٥٠٠	١٢٠٠	٢٥٠	١٩٥٠	
مجموع الاستخدامات	١٠٠٠	٣٠٠٠	٥٠٠		٤٥٠٠

٣ـ الثنائيـــة :

يعتبر مبدأ الثنائية من الخصائص المميزة لنماذج البرمجةالخطيـة ، كما يعتـبر من أهم المبادئ التى يقوم عليها النموذج وأعظمها فائدة • فهو بالاضافة الى فعاليته فى تحليل الحساسية ، كما سنتبين فيما بعد ، فيعد بحق من الادوات الهامة فـــى رفع كفاءة طريقة الحل والتغلب على العديد من المشاكل التى قد تواجهنا فـــــى هذا الصـدد •

وينطلق مبدأ الثنائية من أن كل مشكلة برمجــة خطية يمكن أن ينظـر اليهـا من وجهين متضادين ولكنهما متماثلين فى النتائج • فمشكلة تعظيم الارباح الناتجة عن أنتاج تشكيلة معينة من المنتجات يمكن أن ينظر اليها على أنها مشكلة تدنية تكاليـف الموارد النادرة المتاحة لانتاج هذهالمنتجات • كما أن مشكلة تدنية تكاليف الحصـول على مزيج معين من المدخلات يمكن النظر اليها على أنها مشكلة تعظيم الخصائـص المرغوبة فى المزيـج فى ضوء ميزانيةالتكاليف المتاحة • ولهذا المنطلق ولاشك أساسه النظرى السليم فى النظرية الاقتصادية •

ولنفرض توضيحا لمبدأ الثنائية ، أن احدى الشركات تنتج منتجين س$_1$، س$_2$ باستخدام موردين نادرين ، وأن نموذج البرمجة الخاص بها كان كالآتى :

$$\text{عظم } ع = ١٢ س_1 + ١٦ س_2 \qquad (١)$$

$$\text{فى ظل: } \left.\begin{array}{l} س_1 + ٤ س_2 \leqslant ١٢٠ \\ ٣ س_1 + ٢ س_2 \leqslant ١٠٨ \end{array}\right\} \qquad (٢)$$

$$س_1 ، س_2 \geqslant \text{صفر} \qquad (٣)$$

واذا استبعدنا س$_1$ ، س$_2$ من(١) و (٢) ، نجد أن معاملات دالةالهـــدف ومعاملات القيود ، والثوابت يمكن صياغتها فى شكل مصفوفة مجزأة كالآتى :

$$\left[\begin{array}{c|c} [ع] & [\text{صفر}] \\ \hline [أ] & [ب] \end{array}\right] = \left[\begin{array}{cc|c} ١٢ & ١٦ & \text{صفر} \\ \hline ١ & ٤ & ١٢٠ \\ ٣ & ٢ & ١٠٨ \end{array}\right] \begin{array}{c} (١) \\ \\ (٢) \end{array}$$

ويمثل الصف [ع] معاملات دالة الهدف والمصفوفة [أ] معاملات القيود الموضوعية ، والعمود [ب] كميات الموارد المتاحة ، والرقم [صفر] قيمة دالة الهدف عند نقطة الصفر. ولصياغة هذه المشكلة فى صورتها الثنائية نتبع القواعد التالية :

١ـ يحل محل كل قيد فى الأولى متغير فى الثنائي، ويحل محل كل متغير فى الأولى قيد فى الثنائى . وحيث رمزنا للمتغيرات فى الأولى بالرمز [س] = [س١ ، س٢] فسوف نرمز لمتغيرات الثنائى بالرمز [ص] . وحيث لدينا قيدين فى الأولى يكون لدينا متغيرين فى الثنائى ، أى [ص] = [ص١ ، ص٢] .

٢ـ نوجد مبدول [ب]، أى نحوله الى صف ونضعه فى مكان [ع] فى دالة الهدف فى الأولى لنحصل على دالة الهدف فى الثنائى . واذا كانت دالة الهدف فى الأولى دالة تقصية (تعظيم) فان دالة الهدف فى الثنائى تكون دالة تدنية، والعكس صحيح . وتكون دالة الهدف فى ثنائى المشكلة بعاليه طبقا لهاتين القاعدتين كالآتى:

تدنيـة : ت = ١٢٠ ص١ + ١٠٨ ص٢ (١)/

٣ـ نوجد مبدول [ع] فى الأولى ، أى نحوله الى عمود ونضعه فى مكان [ب] لنحصل على ثوابت القيود فى الثنائى ثم نقوم بعكس اشارات التباين، فاذا كانت ≤ تتحول الى ≥ واذا كانت < تتحول الى > .

٤ـ نوجد مبدول [أ] فى الأولى ، أى نحول كل عمود الى صف بالترتيب (العمود الأول يصبح الصف الأول مثلا) ، ونضعه مكان [أ] لنحصل على معاملات القيود فى الثنائى .

وبتطبيق القاعدتين الثالثة والرابعة تكون القيود الموضوعية بالشكلة بعاليه كالآتى :

فى ظل : ص١ + ٣ص٢ ≥ ١٢) (٢)/

٤ص١ + ٢ص٢ ≥ ١٦)

وتظهر المصفوفة المجزأة للثنائى فى هذه الحالة كالآتى :

$$\left[\begin{array}{c|c} \hat{\text{ب}} & \hat{\text{صفر}} \\ \hline \hat{\text{أ}} & \hat{\text{ع}} \end{array}\right] = \left[\begin{array}{cc|c} ١٢٠ & ١٠٨ & \text{صفر} \\ \hline ١ & ٣ & ١٢ \\ ٤ & ٢ & ١٦ \end{array}\right] \quad \begin{array}{l} (١)/ \\ (٢)/ \end{array}$$

وبالطبع يتم حل صيغة الثنائي، بطريقة السمبلكس مثلها في ذلك مثل صيغة الأولى، مع اتباع القواعد والاجراءات الملائمة لكل، على حسب كونها تقصية أو تدنية. وقبل أن نقارن بين جدولي الحل الامثل للصيغتين، سوف نضيف المتغيرات العاطلة للأولى، والمتغيرات الزائدة والوهمية للثنائي، ونوفق بين المتغيرات ودلالاتها في الصيغتين.

٣–١– دلالة المتغيرات وكيفية التوفيق بينها في الأولى والثنائي :

اذا أضفنا المتغيرات العاطلة لصيغة النموذج الأولى في المشكلة المبسطة بعاليه (تقصية) وأضفنا المتغيرات الزائدة والوهمية لصيغة الثنائي، لأصبحت صيغة كل من النموذجين كالآتي :

الاولى : عظم $ع = 12\,س_1 + 16\,س_2 + صفر\,س_3 + صفر\,س_4$

في ظل : $س_1 + 4\,س_2 + س_3 = 120$

$3\,س_1 + 2\,س_2 + س_4 = 108$

$س_1 ،\ س_2 ،\ س_3 ،\ س_4 \geq صفر$.

الثنائي :

تدنية، $ت = 120\,ص_1 + 108\,ص_2 + صفر\,ص_3 + صفر\,ص_4 + ك\,هـ_1 + ك\,هـ_2$

في ظل : $ص_1 + 3\,ص_2 - ص_3 + هـ_1 = 12$

$4\,ص_1 + 2\,ص_2 - ص_4 + هـ_2 = 16$

كل (ص)، (هـ) $\geq$ صفر .

ومن واقع القواعد السابقة نستطيع استنباط العلاقة بين متغيرات الأولى والثنائي كالآتي :

١– حيث كل متغير في الاولى يقابله قيد في الثنائي، فان المتغير الأول $س_1$ في الاولى يقابله القيد الأول في الثنائي. ولكننا اذا نظرنا الى القيد الاول في الثنائي لوجدناه يشمل على أربعة متغيرات هي $ص_1$، $ص_2$، $ص_3$، $هـ_1$، فهل تعبر هذه المتغيرات كلها عن ما كان يعبر عنه $س_1$ ؟؟، والاجابة بالقطع تكون بالنفي، رغم أن حصيلة تفاعل القيد بطرفيه هي التي تؤدي الى تحقيق قيمة $س_1$. وحيث

أن نتائج هذا التفاعل الذى يحدد قيمة $س_1$ عادة مايلزم أن ينعكس فى متغير واحد فقط من القيد (لأن القيد عبارة عن معادلة واحدة فى أربعة متغيرات ومن ثم يلزم أن تتخذ منها ثلاثة متغيرات قيما عشوائية حتى تتحدد قيمة الرابع تلقائيا) فلابد وأن تكون هناك علاقة تقابل أو تماثل بين $س_1$ ومتغير واحد من هذا القيد الأول • ومن البديهى أن نستبعد المتغير الوهمى $هـ_1$ حيث أن الهدف منه هو المساعدة فى بدء خطوات طريقة السمبلكس وليس له وجود حقيقى كما سبق وذكرنا • ويبقى بعد ذلك $ص_1$ و $ص_2$ ، $ص_3$ • ولكننا سبق أن ذكرنا أن كل قيد فى الأولى يقابله أيضا متغير فى الثنائى • وتطبيقا لذلك فقد وضعنا $ص_1$ فى الثنائى لتعبر عن القيد الأول فى الاولى، ووضعنا $ص_2$ فى الثنائى لتعبر عن القيد الثانى فى الأولى • وبالقطع لايجوز أن تعبر نفس المتغيرات فى الثنائى عن كل من القيود والمتغيرات فى الأولى • يبقى بعد ذلك اذن المتغير $ص_3$ ، فهل يعبر هذا المتغير فعلا عن $س_1$ ؟ والاجابة هى بالايجاب • لأن كل متغير زائد فى ثنائى مشكلة تقصية يعبر عن متغير أصلى فى أولى المشكلة، وكل متغير عاطل فى الأولى لنفس المشكلة يعبر عن متغير أصلى فى الثنائى • ومعنى ذلك أن $ص_3$ يعبر عن $س_1$ ، $ص_4$ يعبر عن $س_2$ كما أن $س_3$ يعبر عن $ص_1$ ، $س_4$ يعبر عن $ص_2$ •

٢- اذا كان المتغير العاطل فى الأولى يعبر عن متغير أصلى فى الثنائى، فان ظهور هذا المتغير العاطل فى المتغيرات الأساسية فى الحل الأمثل يعنى وجود فائض عاطل من القدر المتاح من هذا المورد، ومن ثم لايكون للمورد قيمة محتسبة فى النموذج • ويترتب على ذلك أن المتغير الاصلى فى الثنائى الذى يعبر عنه هذا المتغير العاطل فى الأولى لايكون من المتغيرات الأساسية فى الحل الأمثل للثنائى ، وان ظهر فيهما تكون قيمته صفرية • أما اذا كان المتغير العاطل فى الأولى بين المتغيرات غير الاساسية فى الحل الامثل ، فان المتغير الأصلى المقابل فى الثنائى يكون بين المتغيرات الأساسية •

٣- اذا كان المتغير الزائد فى الثنائى يعبر عن متغير أصلى فى الأولى، فان ظهور هذا المتغير بين مجموعة المتغيرات الأساسية فى الحل الأمثل يعنى ظهور المتغير الاصلى بين المتغيرات غير الأساسية فى الأولى • أما اذا كان المتغير الزائد بين

المتغيرات غير الأساسية فى الحل الأمثل للثنائى، فان المتغير الأصلى المقابل له فـــى الأولى يكون بين المتغيرات الاساسية ٠

٤ــ تظهر قيم المتغيرات الأساسية فى الأولى فى العمود [ب] فى الحل الأمثـل وتظهر القيم المقابلة لها والخاصة بالمتغيرات الزائدة (أو العاطلة اذا كان الأولـــى تدنية) فى صف المؤشرات فى الثنائى ٠ كما أن قيم المتغيرات الأساسية فى الثنائـــى والتى تظهر فى العمود [ب] فى الحل الأمثل تظهر مقابل المتغيرات العاطلة (أو الزائدة اذا كان الأولى تدنية) فى صف المؤشرات فى الأولى ٠

ولتوضيح هذه العلاقات نعرض فيما يلى جدول الحل الأمثل للأولى (تقصية) وللثنائى (تدنية) للمثال بعاليه ٠(عليك بحل الصيغتين بطريقة السمبلكس التـــى عرضناها فى الفصل السابق والتحقق من النتائج الموضحة فى الحل الأمثل)٠

جدول الحل الأساســى الأمثـل

(النموذج الأولى ــ تقصيـــة)

			١٢	١٦	٠	٠	عو
عو	س*	ب	س١	س٢	س٣	س٤	النسب
١٦	س٢	١٢٦/٥	٠	١	٣/١٠	-١/١٠	
١٢	س١	٩٦/٥	١	٠	-١/٥	٢/٥	
المؤشرات		٦٣٣ ٣/٥	٠	٠	-١٢/٥	-١٦/٥	

جدول الحل الأساسي الأمثـــل
(النموذج الثنائي ــ تدنية)

$ب_ر$	ص*	ع	$ص_١$	$ص_٢$	$ص_٣$	$ص_٤$	$هـ_١$	$هـ_٢$	النسب
			١٢٠	١٠٨	٠	٠	ك	ك	$ب_ر$
١٠٨	$ص_٢$	$\frac{١٦}{٥}$	٠	١	$-\frac{٢}{٥}$	$\frac{١}{١٠}$	$\frac{٢}{٥}$	$-\frac{١}{١٠}$	
١٢٠	$ص_١$	$\frac{١٢}{٥}$	١	٠	$\frac{١}{٥}$	$-\frac{٣}{١٠}$	$-\frac{١}{٥}$	$\frac{٣}{١٠}$	
المؤشرات		$٦٣٣\frac{٣}{٥}$	٠	٠	$\frac{٩٦}{٥}$	$\frac{١٢٦}{٥}$	$(ك - \frac{٩٦}{٥})$	$(ك - \frac{١٢٦}{٥})$	

وبالتدقيق في الجدولين نجد الآتـــي :

١ ــ $س_١$، $س_٢$ متغيرات اساسية في الأولى ، $ص_٣$، $ص_٤$ المعبران عنهما في الثنائي متغيرات غير أساسية وقيمة $س_١ = \frac{٩٦}{٥}$ في العمود (ب) في الأولى ، وقيمة $ص_٣ = \frac{٩٦}{٥}$ في العمود الثالث من صف المؤشرات في الثنائي . وأكثر من ذلك نجد أن صــــف معاملات احلال $س_١$ مع $س_٣$، $س_٤$ في الأولى يماثل عمود احلال $ص_٣$ محل $ص_١$ و $ص_٢$ في الثنائي مع انعكاس الاشارات . كما أن قيمة $س_٢ = \frac{١٢٦}{٥}$ في الاولى تعادل قيمة $ص_٤ = \frac{١٢٦}{٥}$ في الثنائي . وكذلك التماثل في معاملات الاحـــلال .

٢ ــ $س_٣$، $س_٤$ متغيرات غير أساسية في الأولى ، أى أنها تساوى صفر، وحيث أنهـا تعبر عن موارد عاطلة فهى تعنى استغلال الموارد التى تعبر عن طاقتها العاطلـــة استغلالا كاملا . وقد ترتب على هذه الندرة أن اصبح سعر الظل المحتسب للوحـــدة من المورد الأول مساويا $\frac{١٢}{٥}$ كما يظهر في صف المؤشرات تحت $س_٣$، وللوحدة مـــن المورد الثانى $\frac{١٦}{٥}$ كما يظهر تحت $س_٤$. وبالعكس نجد $ص_١$، $ص_٢$ متغيرات أساســـية في الثنائى ، وقيمتهما هى $\frac{١٢}{٥}$ ، $\frac{١٦}{٥}$ في العمود (ع) على التوالى . والواقـــع أن $ص_١$ هي سعر الظل المحتسب للوحدة من المورد الأول ، كما أن $ص_٢$ هي ســـعر الظل المحتسب للوحدة من المورد الثاني . كما نجد أيضا أن صف معاملات احــــلال

ص_1 مـــص_3 و ص_4 يماثل عمود احلال س_3 محل س_1 و س_2 مع انعكاس الاشارات .

٣ــ قيمة دالةالهدف فى الأولى = $٦٣٣ \frac{٣}{٥}$ = أقصى حصيلة للارباح المباشرة = قيمة دالةالهدف فى الثنائى = أدنى تكلفةمحتسبة للموارد النادرة .

٤ــ يمكن استقراء نتائج الثنائى من الحل الأمثل للأولى كما يمكن استقراء نتائج الأولى من الحل الأمثل للثنائى متى تم تحديد المتغيرات المتقابلة فى النموذجين تحديدا صحيحا .

٣ــ٢ــ القواعد العامة للمقابلة بين الصيغتين :

لعله من الواضح مما تقدم أن صيغة الثنائى هى المبدول لصيغة الأولى بصفة عامة . ويوضح الجدول التالى القواعد العامة لتحديد الصيغةالثنائية المناسبة لمقابلة صيغة الأولى فى ظل الاحتمالات المختلفة . وبالاضافة الى ماهو وارد فى الجدول، فانه كثيرا ما يعترضنا عدد من المشاكل بصدد ايجاد الصيغة المناسبة للنموذج بصفة عامة . وسوف نقتصر هنا على عرض كيفية التغلب على ثلاث من هذه المشاكل . وتقوم المشكلة الأولى فى حالة عدم تناسق دالةالهدف مع علاقات القيود ، ففى النموذج النمطى للبرمجة ، عندما تكون دالةالهدف دالة تعظيمية تكون علاقات القيود المناسبة لها علاقات تباين سالبة (أى أقل من أو تساوى $\leq$) . وبالعكس اذا كانت دالة الهدف تدنيةفتكون علاقات القيود المناسبة لها علاقات تباين موجبة (أى أكبر من أو تساوى $\geq$) ولنفرض مثلا المشكلة التالية :

عظم ع = $١٢\text{س}_1 - ٥\text{س}_2 + ٨\text{س}_3$ (١)

فى ظل:

$\text{س}_1 + \text{س}_2 - ٢\text{س}_3 \geq ٣٢$

$-\text{س}_1 + ٣\text{س}_2 + \text{س}_3 \geq ٢٤$ (٢)

$٢\text{س}_1 + ٢\text{س}_2 - ٥\text{س}_3 \geq ١٢$

ونجد فى هذه المشكلة أن تعظيم الهدف لا يتفق مع علاقات التباين الموجبة فى القيود. ويتم التخلص منها بضرب دالةالهدف فى (ــ١) لتتحول الى دالة تدنية تتسق مع

قواعد المقابلة بين الأولى والثنائى

الموضوع	صيغة الاولى	صيغة الثنائى	ملاحظات
١ـ دالة الهدف:			
١ـ١ـ المطلوب	تعظيـــــــة	تدنيــــــــة	العكس صحيح
١ـ٢ـ المعاملات	$و^{ع}$	$ر^{ب}$	〃 〃
١ـ٣ـ المتغيرات	$و^{س}$	$ر^{ص}$	〃 〃
٢ـ القيود الموضوعية:			
٢ـ١ـ العلاقة	$\geq$ (تعظية)	$\leq$ (تدنية)	العكس صحيح
	=	المتغير المقابل غيرمحدد الاشارة فى القيود التلقائية	العكس صحيح
٢ـ٢ـ المعاملات	(أ ر و)	(أ و ر)	العكس صحيح
٢ـ٣ـ الثوابت	(ب ر)	(ع و)	〃 〃
٣ـ القيود التلقائية:	المتغير المعين غير محدد الاشارة	القيد المقابل =	〃 〃

علاقات القيود . وتصبح دالةالهدف كالآتي :

تدنية ع/ = —١٢س$_1$ + ٥س$_2$ — ٨س$_3$ (١)/

وهي متسقة مع علاقات القيود .

أما المشكلةالثانية فتعترضنا عندما تمتزج علاقات القيود في المشكلة الواحدة، كأن تتواجد علاقات تباين موجبة وسالبة في نفس الوقت . ولنفرض توضيحا لذلك المشكلة الآتيـة :

عظم : ع = ٨س$_1$ + ١٥ س$_2$ (١)

في ظل :

٢ س$_1$ + ٤ س$_2$ ≥ ١٢٠ (١٠٢)

٤ س$_1$ — ٢ س$_2$ ≤ ١٨ (٢٠٢) (٢)

س$_1$ + س$_2$ ≥ ٣٧ (٣٠٢)

س$_1$ ، س$_2$ ≤ صفر (٣)

ومن الواضح أن اشارة تباين القيد الثاني في (٢) موجبة ولا تتسق مع باقي القيـود ومع دالةالهدف . ويمكن التخلص من هذه المشكلة في النموذج الأولي بضرب هـذا القيد في (—١) ليصبح كالآتي :

— ٤س$_1$ + ٢ س$_2$ ≥ —١٨ (٢٠٢)/

ويترتب على ذلك أن المتغير العاطل الخاص بهذا القيد، والذي يظهر في الحـل الاساسي الأول يتخذ قيمة سالبة، خارجا بذلك على شرط عدم السالبية . ويمكـن التغلب على ذلك بعدد من الطرق منها : (١) التخلص من السالبية عن طريـق عمليات الصفوف في طريقةالاستبعاد الكامل قبل اعداد جدول الحل الأساسي الأول ، (٢) صياغة الثنائي اذا كانت دالةالهدف في الأولي لاتحتوى على معاملات سالبـة وحل الثنائي/ بدلا من الأولي .

ولتوضيح الطريقةالأولي افترض أننا رغبنا في التخلص من س$_1$ في القيد (٢٠٢)/ باستخدام القيد (٣٠٢). ويتم ذلك بضرب (٣٠٢) في ٤ واضافته جبريا الى (٢٠٢)/ كالآتي :

٤$س_1$ + ٤$س_2$ ≥ ١٤٨ (٣٠٢) × ٤

ـ٤$س_1$ + ٢$س_2$ ≥ ١٨ (٢٠٢)/

٦ $س_2$ ≥ ١٣٠ المجموع = (٢٠٢)//

اما طبقا للطريقةالثانية فتظهر الصيغة الثنائيــة كالاتــى :

تدنية ت = ١٢٠ $ص_1$ ــ ١٨ $ص_2$ + ٣٧ $ص_3$

فى ظل : ٢ $ص_1$ ــ ٤ $ص_2$ + $ص_3$ ≤ ١٨

٤ $ص_1$ + ٢ $ص_2$ + $ص_3$ ≤ ١٥

$ص_1$ ، $ص_2$ ، $ص_3$ ≤ صفر

كما يمكن فى الواقع الابقاء على (٢٠٢) دون تعديل اتجاه اشارةالتباين على أن يبدأ الحل الاساسى الأول بمتغير وهمىفى هذا القيد ٠(عليك بصياغةالمشكلة بهذ ه الطريقة وحلها وتوضيح دلالةالمتغيرات فى جدول الحل الأمثل)٠

وتظهر المشكلةالثالثة عند ما تكون علاقة أحد القيود أو بعضها علاقة تساوى ٠ ويترتب على ذلك بالطبع أن المتغير المقابل لهذا القيد (أو المتغيرات المقابلة لهذه القيود) فى الثنائى يكون غير محدد الاشـارة ، ونفرض مثلا :

النموذج الأولى :

عظم ع = ١٢ $س_1$ + ٩ $س_2$

فى ظل : $س_1$ + ٣ $س_2$ = ١٣٨ (١٠٢)

$س_1$ ≥ ٣٦ (٢٠٢)

$س_2$ ≥ ٢٨ (٣٠٢)

$س_1$ ، $س_2$ ≤ صفر

ويكون ثنائى هذه الـمشـكلة كالآتـى :

تدنيــة ت = ١٣٨ $ص_1$ + ٣٦ $ص_2$ + ٢٨ $ص_3$ (١)/

فى ظل : ٢ $ص_1$ + $ص_2$ ≤ ١٢ } (٢)/

٣ $ص_1$ + $ص_3$ ≤ ٩

$ص_1$ غير محدد الاشارة } (٣)/

$ص_2$، $ص_3$ ≤ صفر

ويلاحظ أن $ص_١$ فى الثنائى ، والذى يقابل القيد (١٠٢) فى الأولى غير محـــدد الاشارة لقيام علاقة التساوى فى هذا القيد . ويتم التخلص من هذه المشكلة بتحويـــل علاقة التساوى الى علاقتى تباين متضادتين فى الاتجاه . فالقيد (١٠٢) يعـــادل تمـاما القيديـن :

$$٢س_١ + ٣س_٢ \leq ١٣٨ \quad (١٠١٠٢)$$

$$٢س_١ + ٣س_٢ \geq ١٣٨ \quad (٢٠١٠٢)$$

ثم يتم تحويل اشارةالتباين فى (٢٠١٠٢) بضربها فى (ـــ١) كما سبق أن ذكرنـــا .
ويصبح الثنائى فى هذه الحالةكالآتى :

$$تدنية، ت = ٣٨ ا ص_١ - ١٣٨ ا ص_٢ + ٣٦ ص_٣ + ٢٨ ص_٤ \quad (١)'$$

$$فى ظل : \begin{cases} ٢ ص_١ - ٢ ص_٢ + ص_٣ \geq ١٢ \\ ٣ ص_١ - ٣ ص_٢ + ص_٤ \geq ٩ \end{cases} \quad (٢)'$$

$$ص_١ ، ص_٢ ، ص_٣، ص_٤ \geq صفر \quad (٣)'$$

وبذلك نتخلص من مشكلة وجود متغير غير محدد الاشارة فى النموذج .

٣٠٣ . الثنائية والامكانية والمثالية :

سبق أن ذكرنا أن مبدأ الثنائية يعد من أهم المبادئ التى تقوم عليها البرمجة الخطيـــة . وينص المبدأ على أن :

أ ــ اذا كان لكل من النموذج الأولى والنموذج الثنائى حلا ممكنا ، فيكون لكل مـــن النموذجين حلا مثلا . فاذا كان الحل الأمثل للاول هو $(س^*_و) = (س^*_١ ، س^*_٢ ، ... س^*_ن)$، فان الحل الأمثل للثنائى يكون $(ص^*_ر) = (ص^*_١ ، ص^*_٢ ، ... ص^*_م)$،ويكون

$$\sum_{و=١}^{ن} ع_و س^*_و = \sum_{ر=١}^{م} ب_ر ص^*_ر \quad .$$

ب ــ اذا كان لأى من النموذج الأولى أو النموذج الثنائى حلا مثالـيا ممكنا ينطـوى على قيمة محددة لدالة الهدف ، فان النموذج الآخـر يكون له حل ممكن ينطوى على نفس القيمة لدالةالهدف ، وتكون هذه القيمة هى القيمةالمثالية .

ولتوضيح هذا المبدأ دعنا نميز بين الامكانية والمثالية • فالامكانية ترتبط بالقيود الخاصة بالنموذج وتتحدد من واقع العلاقات القائمة بينها • ويكون أى من الحلول ممكنا اذا كان مستوفيا لكل الشروط الواردة فى قيود المشكلة، ولنفرض توضيحا لذلك المثال المبسط التالى :

النموذج الأولى :		النموذج الثنائى :	
عظم ع = ٦س١ + ٤س٢	(١)	تدنية ت = ١٦ص١ + ٢٤ص٢	(١)/
فى ظل ٢س١ + س٢ ≥ ١٦	(١٠٢)	٢ص١ + ص٢ ≤ ٦	(١٠٢)/
س١ + ٣س٢ ≥ ٢٤	(٢٠٢)	ص١ + ٣ص٢ ≤ ٤	(٢٠٢)/
س١ ، س٢ ≤ صفر	(٣)	ص١ ، ص ≤ صفر	(٣)/

فالحلول الركنية الثلاثة للنموذج الأولى (بخلاف نقطة الصفر) هى :

١ـ س١ = ٨ ، س٢ = صفر

٢ـ س١ = صفر ، س٢ = ٨

٣ـ س١ = ٤ ٤/٥ ، س٢ = ٦ ٢/٥

والحل الأول ممكن حيث يتحقق القيد الأول بالتساوى ويتحقق القيد الثانى بالتباين • أى أن القيد الأول فى هذا الحل يصبح متساوية حيث تستنفد طاقة المورد الأول بالكامل ولا أكثر ، أما القيد الثانى فيظل متباينة حيث ما يستنفد من المورد الثانى يبلغ ٨ وحدات والمتاح ٢٤، وبديهى أن ٨ < ٢٤ • كما أن الحل الثانى ممكن حيث يتحقق القيد الثانى بالتساوى، ويتحقق القيد الأول بالتباين • والحل الثالث ممكن حيث يتحقق القيدان كمتساويتان • وفى كل من الحلول الثلاثة نجد أن كل من س١، س٢ ≤ صفر• ولذلك فكل من الحلول الثلاثة يعتبر حلا ممكنا للنموذج الأولى •

أما الحلول الركنية الثلاثة للنموذج الثنائى(بخلاف مالانهاية) فهى (ضع المشكلة على رسم بيانى للتعرف على الحلول الركنية):

١ـ ص١ = ٤ ، ص٢ = صفر) القيد (٢٠٢)/

٢ـ ص١ = صفر ، ص٢ = ٦) القيد (٢٠١)/

٣ـ ص١ = ١٤/٥ ، ص٢ = ٢/٥) القيدان معا

ويلاحظ أن الحل الركنى الأول فى الثنائى ممكن فى القيد الثانى بالتساوى وممكن فى القيد الأول بالتباين حيث : ٢(٤)+ ١(صفر)= ٨ > ٦ • كما أن الحل الركنى الثانى

ممكن فى القيد الأول بالتساوى وممكن فى القيد الثانى بالتباين حيث القيد الثانى :
١ (صفر) + ٣(٦) = ١٨ > ٤ .
أما الحل الركنى الثالث فهو ممكن فى كل من القيدين بالتساوى حيث :
القيد الأول : ٢ $(\frac{١٤}{٥})$ + ١$(\frac{٢}{٥})$ = ٦ = ٦ (١٠٢)/
القيد الثانى : ١ $(\frac{١٤}{٥})$ + ٣$(\frac{٢}{٥})$ = ٤ = ٤ (٢٠٢)/

وحيث تتحدد الامكانية من واقع علاقات القيود فى كل نموذج ، فان <u>المثالية</u> تتحدد بدالة الهدف ، حيث من واقع دالة الهدف يتم المفاضلة بين كل الحلول الممكنة لتحديد أفضلها تحقيقا للهدف . ولاشك فى ضرورة كون الحل الأمثل أحد الحلول الممكنة، غير أنه يتميز عن باقى الحلول فى أنه يحقق الهدف المرغوب على أفضل صورة ممكنة ، ولذلك يسمى حلا أمثلا . وكقاعدة عامة فلن يوجد لأية مشكلة حلا مثاليا مالم يتواجد لها أولا حلا واحدا ممكنا على الأقل . فاذا لم يتواجد للمشكلة حلا ممكنا فليس لها حل على الاطلاق .

ولتوضيح دور دالة الهدف فى اختيار الحل الأمثل من بين الحلول الممكنة وتوضيح مغزى نص مبدأ الثنائية تقوم بحساب قيمة دالة الهدف لكل الحلول الممكنة لكل من النموذجين ، حيث :

للنموذج الأولى: الحل	قيمة ع	للنموذج الثنائى: الحل	قيمة ت
١ـ ($س_١$ = ٨ ، $س_٢$ = صفر)	٤٨	١ـ ($ص_١$ = ٤ ، $ص_٢$ = صفر)	٦٤
٢ـ ($س_١$ = صفر ، $س_٢$ = ٨)	٣٢	٢ـ ($ص_١$ = صفر ، $ص_٢$ = ٦)	١٤٤
٣ـ ($س_١$ = $\frac{٢٤}{٥}$ ، $س_٢$ = $\frac{٣٢}{٥}$)	٥٤ $\frac{٢}{٥}$ *	٣ـ ($ص_١$ = $\frac{١٤}{٥}$ ، $ص_٢$ = $\frac{٢}{٥}$)	٥٤ $\frac{٢}{٥}$ *

ولما كانت دالة الهدف فى النموذج الأولى تتطلب تقصية (ع) ، فان أقصى قيمة تتحقق لها فى الحل الركنى الممكن الثالث . أما دالة الهدف فى النموذج الثنائى فتتطلب تدنية (ت) ويتحقق لها أدنى قيمة فى الحل الركنى الممكن الثالث . لاحظ أن النموذجين يتفقان معا فى تحقيق نفس القيمة لدالة الهدف فقط عند الحل الممكن

المثالى • كما أنهما للوصول الى هذا الحل يتجهان وجهتين متضادتين، فقيمة دالة الهدف فى التعظيمية تتجه الى القيمة الأعلى بينما دالة الهدف فى التدنية تتجه نحو القيمة الأدنى، ويتحقق الحل الأمثل عندما تتساوى القيمتان •

واذا رجعنا للنص (أ) من مبدأ الثنائية ، لوجدنا أنه يتطلب وجود حل ممكن للنموذج الأولى ووجود حل ممكن للنموذج الثنائى ليتحقق الحل الأمثل لكل من النموذجين • وحيث أن الامكانية تتحدد من واقع علاقات القيود ، وحيث أن قيود الثنائى تعبر عن الهدف فى الأولى والعكس ، فهذا يعنى أن وجود حل ممكن فى الأولى يحقق علاقات القيود فى الأولى ودالة الهدف فى الثنائى ، كما أن وجود حل ممكن فى الثنائى يحقق علاقات القيود فى الثنائى ، ودالة الهدف فى الأولى، ومادامت علاقات القيود ودالة الهدف قابلة للتحقق فلابد وأن يتواجد للمشكلة حلا أمثلا من بين الحلول الممكنة • ومن الطبيعى أن يلزم تساوى قيمة دالة الهدف فى النموذجين لتحقق المثالية •

أما النص (ب) فهو يعنى أن وجود حل أمثل محدد لأحد النموذجين يؤدى بالتبعية الى وجود حل أمثل معادل للنموذج الآخر • وتبرز أهمية هذا المبدأ فى أنه يصبح من غير الضرورى حل كل من النموذجين للتوصل الى نتائج كل منهما ، بل يكفى حل أحدهما للتعرف على نتائج الآخر ، مادام الحل الممكن لهذا النموذج هو الحل الأمثل، ويتضمن قيمة محددة لدالة الهدف •

٣—٤— الثنائية والقيمة الاقتصادية للموارد النادرة :

اذا كان النموذج الأولى يهدف الى تعظيمية حصيلة الأرباح المباشرة ، وكانت القيود الموضوعية تعبر عن هيكل الندرة النسبية للموارد المتاحة لانتاج تشكيلة المنتجات المرغوبة ، فعادة مايطلق على متغيرات النموذج الثنائى المقابل اصطلاح "أسعار ظل الموارد النادرة" • وتعتبر أسعار الظل من وجهة النظر الاقتصادية بمثابة مؤشرات عن القيمة الاقتصادية للوحدة من كل من الموارد النادرة • الا أننا نود أن نوضح هنا أن أسعار الظل التى تنتج عن نموذج البرمجة الخطية هى أسعار محتسبة فى ضوء هيكل الندرة النسبية المفروضة على المشكلة، ولا تعكس هيكل الندرة النسبية العامة لهذه الموارد • فهى مشتقة من الربحية المباشرة لتشكيلة المنتجات المرغوب انتاجها ،

فى ظل هيكل الندرة النسبية للموارد المتاحة للوحدة الاقتصادية ، والتى تكون ثابتة المقدار أو القدرة فى الفترة القصيرة . وعادة مالا يتفق هيكل الندرة النسبية للموارد المتاحة للوحدة الاقتصادية داخليا مع هيكل الندرة النسبية لهذه الموارد فى السوق بصفة عامة . والواقع أنه يمكن أن يوجد لمورد معين لدى الوحدة الاقتصادية سعر ظل محتسب موجب ، ويكون لهذا المورد فى السوق سعر يقل عن سعر الظل كثيرا ، بينما لا يمكن للوحدة الحصول عليه بهذا السعر (الطاقة الكهربائية التى قد تضطر الوحدة لتوليدها داخليا لعدم وصول خطوط الطاقة اليها بالمقارنة بسعر وحدة الطاقة الكهربائية فى السوق) . كما أن اختلاف تشكيلة المنتجات المرغوب انتاجها بنفس الموارد من وحدة اقتصادية الى أخرى ، ومن ثم اختلاف الربحية المباشرة على هذه المنتجات ، يؤدى الى اختلاف أسعار الظل المحتسبة لنفس الموارد بين الوحدات الاقتصادية المختلفة .

ولا يعنى ما تقدم عدم أهمية أسعار الظل المحتسبة نتاج نماذج البرمجة الخطية . فأهميتها لا شك فيها فى أنها توضح لادارة الوحدة الاقتصادية الحد الأقصى للتكلفة البديلة التى يمكن للادارة أن تضحى بها فى سبيل الحصول على وحدة اضافية من الموارد النادرة ، فى ظل هيكل الندرة القائم وتشكيلة المنتجات المرغوبة . وقد سبق أن أوضحنا ذلك بصدد تفسير بيانات صف المؤشرات فى الحل الأمثل لمشكلة تعظيم أرباح ومشكلة تدنية تكاليف . ويزداد ذلك وضوحا من التفريعة التالية .

٣-٤-١ . التكلفة البديلة والربحية المباشرة لوحدة الموارد النادرة فى مراكز الاختناق:

عندما يتم انتاج مجموعة من المنتجات بمجموعة من الموارد النادرة ، فان كل منتج من المنتجات يكون له ربحية مباشرة تختلف فى العادة عن ربحية المنتجات الاخرى ، كما يكون له احتياجات من كل مورد تختلف عن احتياجات المنتجات الأخرى . ذلك لأنه لو اتحدت الربحية المباشرة على كل المنتجات ، وتساوت احتياجاتها من كل الموارد لاعتبرت كلها بمثابة بدائل كاملة ، أو كأنها منتج واحد مختلف التسميات .

ولنفرض مثلا أن لدينا منتجين $س_1$ ، $س_2$ متساويان فى الربحية المباشرة على الوحدة ، ولتكن ٤ جنيه للوحدة من كل . ويتم انتاج المنتجين بموردين ، حيث تحتاج الوحدة

من كل من المنتجين الى ساعتين من طاقةالمورد الأول ، وساعة واحدة من طاقةالمورد الثانى . ولنفترض أن طاقةالمورد الأول ١٥٠ ساعة وطاقة الثانى ١٠٠ ساعة . فنجد طبقا لذلك أن العلاقات بين المنتجين والموردين تكون كالآتى :

المنتجات	س١	س٢	المتاح من المورد
الموارد م١	٢	٢	١٥٠
م٢	١	١	١٠٠
الربحيةالمباشرة لوحدة المنتج	٤	٤	.

واذا نظرنا للمورد الأول م ١ لوجدنا أنه يمكن من انتاج ٧٥ وحدة من س١ أو ٧٥ وحدة من س٢ أو أى مزيج بينهما بنسبة ١: ١ حيث احتياجات كل منهما مساوية لاحتياجات الآخر. بينما يمكن بالمورد الثانى م٢ انتاج ١٠٠ وحدةمن س١ أو ١٠٠ وحدة من س٢ أو أى مزيج منها بنسبة ١: ١ لتساوى احتياجاتهما أيضا . وبذلك يكون الحد الأقصى لانتاج أى منهما، أو المزيج ، مساويا ٧٥ وحدة ، مساويا طاقةالمورد الأول . وحيث أن الربحية المباشرة لكل من المنتجين متساوية ، فان انتاج س١أو س٢ أو كلاهما بطاقةالمورد الأول سوف يؤدى الى تحقيق نفس الحصيلة من الارباح المباشرة وحيث أن طاقةالمورد الأول هى المحدد للحد الأقصى للوحدات الممكن انتاجها من س١، فيطلق على هذا المورد مركزاختناق المنتج س١ وهوأيضا مركزاختناق المنتج س٢ فى المثال الجارى . واذا اشتركت كل المنتجات فى مركزاختناق واحد ، فان باقى الموارد يظل بها طاقة عاطلة ، أو تسمى باقى القيود قيود زائدة أو غير فعالة . فالقيد الفعال فى مثالنا الجارى هو قيد المورد الأول فى كلا المنتجين ، بينما قيد المورد الثانى غير فعال فى أى من المنتجين . وحيث اشتركت كل المنتجات فى نفس مركز الاختناق وتساوت احتياجاتها منه وتساوت الربحية المباشرة على كل منها ، فانه يستوى انتاج أى منها أو أى مزيج منها من حيث حصيلة الربحيةالمباشرة . ولا مجال للتفضيل بينهما بهذا المعيار .

ولنقم الآن بقسمةالربحية المباشرة لوحدة كل من المنتجين على معاملات الاستخدام من كل من الموردين لنحصل على مايسمى بالربحيةالمباشرة لوحدات الطاقة من الموارد

المتاحة • ويعد هذا المعيار مفيدا فى المفاضلة بين المنتجات فى بعض الحالات لاختيار تشكيلة الانتاج المفضلة •

وباجراء ذلك لمثالنا الجارى نجد أن :

$$[ط_ر] = \begin{bmatrix} \text{مصفوفة الربحية المباشرة} \\ \text{لوحدات الطاقة} \end{bmatrix} = \frac{(ع_و)}{(أ)} = \begin{bmatrix} ٤/٢ & ٤/٢ \\ ٤/١ & ٤/١ \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} ② & ② \\ ٤ & ٤ \end{bmatrix} \begin{matrix} م١ \\ م٢ \end{matrix}$$

(الأعمدة: $س_١$ ، $س_٢$)

ويلاحظ أن ربحية وحدات الطاقة فى كل من الموردين متساوية فى كل من المنتجين • وحيث م٢ زائد عن الحاجة بصرف النظر عن التشكيلة الانتاجية الممكنة فان م ١ هو مركز الاختناق المشترك بين المنتجين ، ويستوى فيه انتاج أى المنتجين • (الدائرة تدل على موقع مركز اختناق كل منتج)•

ولنفرض حالة ثانية كالأولى بعاليه فيما عدا أن الوحدة من $س_٢$ تحتاج ٣ وحدات من م ١ بدلا من وحدتين • فتكون :

$$(ط_ر) = \begin{bmatrix} ٤/٢ & ٤/٣ \\ ٤/١ & ٤/١ \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} ② & (١\tfrac{١}{٣}) \\ ٤ & ٤ \end{bmatrix} \begin{matrix} م١ \\ م٢ \end{matrix}$$

(الأعمدة: $س_١$ ، $س_٢$)

ولعله من الواضح فى هذه الحالة أن التخصص فى انتاج $س_١$ يصبح السياسة المفضلة ذلك لأن الربحية المباشرة على وحدة الطاقة فى مركز الاختناق المشترك أفضل فى $س_١$ عنها فى $س_٢$ • والواقع أن التخصص فى $س_١$ يؤدى الى حصيلة أرباح مباشرة قدرها ٣٠٠ جنيه (٧٥ وحدة من $س_١$ × ٤ جنيه ، أو ١٥٠ ساعة فى المورد الأول × ٢ جنيه) بينما التخصص فى $س_٢$ يحقق ٢٠٠ جنيه (٥٠ وحدة $س_٢$ × ٤ جنيه ، أو ١٥٠ ساعة فى م ١ × ٤/٣ جنيه)• ويلاحظ أن انتاج وحدة واحدة من $س_٢$ يؤدى الى ضرورة تخفيض انتاج $س_١$ بمقدار ١½ وحدة بما يؤدى الى خفض حصيلة الأرباح المباشرة بمقدار ٢ جنيه • كما يلاحظ أيضا أن تخصيص ساعة واحدة من م ١ لانتاج $س_٢$ بدلا من $س_١$ يؤدى الى انتاج ١/٣ وحدة من $س_٢$ مقابل خفض انتاج $س_١$ بنصف وحدة ، ومن ثم خفض حصيلة الارباح المباشرة بمقدار ٢/٣ جنيه • فالتخصص فى $س_١$ هو

اذن السياسة المفضلة فى ظل هذه الظروف ٠

ولنفترض كحالة ثالثة أن الربحية المباشرة على $س_١$ ، $س_٢$ مازالت متساوية، وأن الطاقة المتاحة من كل من المورد ين مازالت ١٥٠، ١٠٠ على التوالى ، بينما استخدامات المنتجات من الموارد [أ] كانت كالآتى :

$$[أ] = \begin{bmatrix} ١ & ٢ \\ ٤ & ١ \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} ١٥٠ \\ ١٠٠ \end{bmatrix} \quad \begin{array}{c} ب \end{array} \quad \left| \quad \begin{array}{cc} \multicolumn{2}{c}{\text{النسب}} \\ س_١ & س_٢ \\ ١٥٠ & ٧٥ \\ ٢٥ & ١٠٠ \end{array} \right.$$

وبالتالى تكون [$ط_ر$] كالآتى :

$$[ط_ر] = \begin{bmatrix} \frac{٤}{١} & \frac{٤}{٢} \\ \frac{٤}{٤} & \frac{٤}{١} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} ٤ & \textcircled{٢} \\ \textcircled{١} & ٤ \end{bmatrix} \begin{array}{c} م_١ \\ م_٢ \end{array} \quad (\text{الأعمدة: } س_١ ، س_٢)$$

ويلاحظ أولا فى هذه الحالة أن مركز اختناق $س_٢$ مازال م ١ بينما أصبح مركز اختناق $س_١$ هو م٢ ٠ فمازال الحد الأقصى لعدد وحدات $س_٢$ = ٧٥ وحدة كما تتحدد بالمورد م ١ بينما انخفض الحد الأقصى لعدد وحدات $س_١$ الى ٢٥ وحدة بطاقة المورد م ٢ ٠ وقد أصبح القيد الأول فعالا بالنسبة للمنتج $س_٢$ ، كما أصبح القيد الثانى فعالا فى $س_١$ ٠ وقد يبدو لأول وهلة أن التخصص فى $س_٢$ يصبح هو السياسة المفضلة حيث ربحية م ١ فى انتاج $س_٢$ تبلغ ضعف ربحية م ٢ فى انتاج $س_١$ ، مع تساوى $س_١$ و $س_٢$ فى الربحية ٠ غير أن ذلك لا يرد صحيحا فى هذه الحالة ٠ فالربحية المباشرة على وحدات الطاقة فى مراكز الاختناق تكون مؤشرا مفيدا اذا ما اشتركت كل المنتجات فى مركز اختناق واحد ٠ أما اذا اختلفت مراكز الاختناق بين المنتجات فيصبح من الضرورى البحث عن معيار آخر لتحديد تشكيلة الانتاج المفضلة حيث لا تكفى الربحية المباشرة لوحدات الطاقة فى مراكز الاختناق كمؤشر لاختيار تلك التشكيلة ٠ ويتبين ذلك جليا من تفحص الحلول الركنية الثلاثة لهذه الحالة وقيمة دالة الهدف فى كل ، حيث تكون كالآتى :

الحـــل	تشكيلة الانتاج	قيمة دالة الهدف
١ــ التخصص فى $س_1$	$س_1$ = ٢٥ ، $س_2$ = صفر	١٠٠ جنيـــــــه
٢ــ التخصص فى $س_2$	$س_1$ = صفر ، $س_2$ = ٧٥	٣٠٠ جنيـــــــه
٣ــ عدم التخصـــص	$س_1$ = $\frac{٥٠}{٧}$ ، $س_2$ = $\frac{٥٠٠}{٧}$	$\frac{٢}{٧}$ ٣١٤ جنيـــه

ويتضح من تفحص هذه الحلول الركنية أن الحل الثالث هو الأمثل • ولا يمكن أن يتحدد ذلك عــن طريق الربحية المباشرة للمنتجين وحدها ولا عن طريق الربحية المباشرة على وحدات الطاقة فى مراكز الاختناق وحدها ، بل يقتض الأمر تفحص كل الحلـول الممكنة والمفاضلة بينها بتقييم دالة الهدف ككل • وتنطوى دالة الهدف على الربحية المباشـرة للمنتجات كمعاملات وعلى التشكيلة الانتاجية موضوع التقييم ، كنتاج تفاعل علاقات الموارد بالمنتجات فى ظل الكميات المتاحة من كل مورد ، كمتغيرات •

ومن تفاعل هذه العلاقات الاخيرة والربحية المباشرة على تشكيلة الانتـــــاج المثالية تنتـج أسعار الظل المحتسبة على وحدة الطاقة من الموارد النادرة • وتكـــون هذه الأسعار فى الحل الركنى الثالث الأمثل لثنائى النموذج بعاليه (جبريـــا أو بطريقة السمبلكس لأى من الأولى أو الثنائى) كالآتى :

ــ للوحدة من المورد الأول $ص_1$ = $\frac{١}{٧}$ ١٢ ، وقيمة م ١ = $\frac{١}{٧}$ ١٢ x ١٥٠ = $\frac{١}{٧}$ ٢٥٧ جنيه

ــ للوحدة من المورد الثانى $ص_2$ = $\frac{٤}{٧}$ ، وقيمة م ٢ = $\frac{٤}{٧}$ x ١٠٠ = $\frac{١}{٧}$ ٥٧

ــ وقيمة دالة الهدف فى الثنائى = القيمة المحتسبة للموارد = $\frac{٢}{٧}$ ٣١٤

وتمثل أسعار الظل المحتسبة التكلفة البديلة لأستغلال الموارد النادرة فـــى استخدامها الحالى فى برنامج الانتاج الأمثل بدلا من اتاحتها لاستخدامات أخرى فى حالة وجودها • ويعتبر بديل ترك هذه الموارد عاطلة من البدائل الأخرى المتاحـــة • وتشتق أسعار الظل من تفاعل الربحية المباشرة للمنتجات مع معاملات الاحـــلال الحدى للموارد بالمنتجات كما سبق وأوضحنا ومن ثم فهى تتأثر بما يطرأ من اختلافات على هيكل الربحية المباشرة للمنتجات وعلى هيكل استخدامات المنتجات من الموارد •

ففى الحالة الثانية عندما كان هيكل الاستخدامات بالمقارنة بهيكل الربحية المباشرة على المنتجات يقتضى التخصص فى $س_١$ نجد أن سعر ظل الوحدة من م ١، أى $ص_١$ = ٢ جنيه بينما $ص_٢$ = صفر = سعر ظل الوحدة من م ٢ . وعندما اختلف هيكل الاستخدامات فى الحالة الثالثة مع بقاء هيكل الربحية المباشرة للمنتجات كما هو عليه اختلفت أسعار الظل لتصبح $ص_١ = \frac{١٢}{٧}$ ، $ص_٢ = \frac{٤}{٧}$.

ولو فرضنا مثلا أن ربحية $س_١$ أصبحت ٦ جنيه للوحدة بينما بقيت $س_٢$ على حالها ومع بقاء هيكل الاستخدامات كما فى الحالة الثالثة ، فسوف نجد أن :

$$(ط_ر) = \begin{bmatrix} \frac{٦}{١} & \frac{٤}{٢} \\ \frac{٦}{٤} & \frac{٤}{١} \end{bmatrix} = \begin{array}{c} \\ م_١ \\ م_٢ \end{array} \begin{array}{c} س_١ \quad\quad س_٢ \\ \begin{bmatrix} ٦ & ٢ \\ \frac{٣}{٢} & ٤ \end{bmatrix} \end{array}$$

وتظل الحلول الركنية الثلاثة كما هى فى الحالة الثالثة بالنسبة لقيم $س_١$ ، $س_٢$ ، أما دالة الهدف فتصبح قيمتها ١٥٠ جنيه فى الحل الأول ، ٣٠٠ جنيه فى الحل الثانى $٣٢٨ \frac{٤}{٧}$ جنيه فى الحل الثالث . ويترتب على هذا التغيير فى هيكل ربحية المنتجين (٦ الى ٤ بعد أن كان ٤ الى ٤) الى تغيير أسعار الظل لتصبح : $ص_١ = \frac{١٠}{٧}$ ، $ص_٢ = \frac{٨}{٧}$. (عليك بالتحقق من ذلك بحل الثنائى كتمرين) . وبالتالى فقد أدى التغير فى هيكل الربحية المباشرة للمنتجات الى تغير هيكل أسعار الظل المحتسبة على الموارد النادرة . وذلك رغم أن التشكيلة المثالية ظلت كما هى عليه بالنسبة للمنتجات.

ونستطيع بناء على ما تقدم أن نصل الى النتائج التالية :

١ــ اذا كان النموذج الأولى يهدف الى تقصية حصيلة الارباح المباشرة فان متغيرات الثنائى تمثل أسعار الظل المحتسبة للموارد النادرة فى ضوء هيكل ندرتها النسبية الداخلية وهيكل استخدام المنتجات منها وهيكل الربحية المباشرة للمنتجات. وتعتبر هذه الاسعار بمثابة مؤشرات عن التكلفة البديلة لوحدة الموارد فى استخدامها الداخلى الحالى .

٢ــ يؤدى تغيير هيكل الاستخدامات مع بقاء العوامل الأخرى على حالها الى تغير

هيكل أسعار الظل المحتسبة ومن ثم قيم المتغيرات الأساسية فى الحل الأمثل للنموذج الثنائى ٠

٣ـ يؤدى تغير هيكل الربحية المباشرة للمنتجات مع بقاء العوامل الأخرى على حالها الى تغير هيكل أسعار الظل المحتسبة ، ومن ثم قيم التغيرات الأساسية فى الحل الامثل للثنائى ٠

٤ـ ليس من الضرورى أن تتغير قيم المتغيرات الاساسية فى الحل الأمثل للنموذج الأولى حتى تتغير قيم المتغيرات الأساسية فى أمثل الثنائى ٠

٥ ـ لاتصلح الربحية المباشرة لوحدة الطاقة فى مراكز الاختناق كمعيار تفضيل كافى لاختبار تشكيلة الانتاج المفضلة مالم تشترك كل المنتجات فى مركز اختناق واحد ٠

٤ـ طريقة السمبلكس ومشكلة التحلل :

عادة مايتم التوصل الى الحل الأمثل بطريقة السمبلكس فى عدد من التكرارات لا يزيد عن عدد القيود الموضوعية ٠ وبالتالى فيقال أن المشكلة متقاربة Convergent حيث يتم فى عدد محدود من التكرارات التوصل للحل الأمثل ٠ ويحدث فى كل تكرار من التكرارات (الانتقال من حل أساسى الى الذى يليه) أن تتقدم دالة الهدف نحو القيمة المثالية ٠ فاذا كانت المشكلة هى تعصية هدف معين ازدادت قيمة دالة الهدف كلما انتقلنا من تكرار الى آخر والعكس فى حالة التدنية ٠ وتسمى المشكلة بناء على ذلك متقاربة لأنها تقترب بقيمتها فى كل تكرار الى الهدف المرغوب أكثر مما كانت عليه فى سابقه ٠

ولكنه يحدث فى بعض الاحيان ، عند الانتقال من حل أساسى الى الحل الأساسى الذى يليه أن يتخذ متغير (أو أكثر) فى الحل الأساسى الجديد قيمة صفرية ٠ ويتم ذلك عند ما يتساوى أكثر من صف فى قيمة أصغر النسب الموجبة عند اختيار صف البؤرة لتحديد المتغير الواجب استبعاده من الحل الأساسى القائم مقابل اضافة المتغير الجديد فى الحل الأساسى الجديد ٠ فاذا تساوى صفين (أو أكثر) فى قيمة أقل النسب الموجبة ، فان اختيار أحدهما كصف للبؤرة يؤدى فى الحل الأساسى

الجديد أن يتخذ المتغير الاساسي فى الصف الآخر قيمة صفرية • واذا لم يكن الحل الاساسي الجديد هو الأمثل ، وكان المتغير المرغوب اضافته فى التكرار التالى يشترك مع المتغير الأساسي الذى يتخذ قيمة صفرية فى الحل الأساسي الحالى بمعامل احلال موجب ، فان هذا يعنى أن المتغير المرغوب اضافته سوف يحل محل هذا المتغير فى التكرار التالى بقيمة صفرية فى المتغيرات الأساسية ، دون تحسن فى دالة الهدف . ويقال أن المشكلة فى هذه الحالة مشكلة متحللة Degenerate أو دوارة Cycling • ذلك لأن هذه العملية ، عملية اضافة متغير جديد يتخذ قيمة صفرية محل متغير أساسي يتخذ قيمة صفرية دون تحسن دالة الهدف ، يمكن أن تتكرر عددا كبيرا من المرات دون الوصول للحل الأمثل .أى أن خطوات وقواعد السمبلكس يمكن أن تؤدى فى بعض الحالات الى الدوران فى حلقة مفرغة •

غير أنه اذا كان للمشكلة حل أمثل ممكن بخلاف الحل القائم، عادة مايترتب على هذا التكرار الذى لايحقق التقارب لدالة الهدف تغيير فى معاملات الاحلال بين المتغيرات الاساسية وغير الاساسية ، بحيث يترتب على تكرار الدوران فى هذه الحلقة المفرغة العدد الكافى من المرات ، الخروج منها والتوصل الى الحل الأمثل • واذا أمكن ذلك فان التوصل الى الحل الأمثل قد يتحقق فى عدد من التكرارات يزيد كثيرا أو قليلا عن عدد القيود الموضوعية •

ولتوضيح ذلك نفترض المشكلة التالية :

عظم ع = ٣½ س$_{1}$ + ٥س$_{2}$ + ٤س$_{3}$ + ٢س$_{4}$ + ٥س$_{5}$ (١)

فى ظل: س$_{1}$ + ٢س$_{2}$ + س$_{3}$ + ٢س$_{5}$ ≤ ٣٠٠

س$_{2}$ + ٢س$_{3}$ + س$_{4}$ ≤ ١٥٠ (٢)

٢س$_{1}$ + س$_{3}$ + ٤س$_{4}$ + س$_{5}$ ≤ ٧٥٠

كل س$_{و}$ ≥ صفر

(وعليك أن تضع المشكلة فى جدول الحل الأساسي الأول واضافة المتغيرات العاطلة س$_{6}$ ، س$_{7}$ ، س$_{8}$ القيود الثلاثة على التوالى ودالة الهدف حتى تستطيع متابعة مايلى قم بالانتقال من حل أساسي الى الذى يليه طبقا للتعليمات)•

ونجد من صف المؤشرات فى جدول الحل الأساسى الأول ، حيث ($س_{٦}$ ، $س_{٧}$ ، $س_{٨}$) = (٣٠٠، ١٥٠، ٧٥٠)، أن $س_{٢}$ ، $س_{٥}$ يحققان أعلى ربحية وهمـا متساويان • ولنعتبر $س_{٢}$ بمثابةالمتغير المرغوب اضافته وتقون بحساب النسب لنجد أن النسبتين فى الصف الأول والثانى متساويتين وكل يساوى ١٥٠ • فاذا قمنا باحـــلال $س_{٢}$ محل $س_{٧}$ فى الحل الأساسى الثانى لأصبحت قيمة $س_{٦}$ فى هذا الحـــــل مســاوية للصفر• كما أن صف المؤشرات فى هذا الحل سوف يشير بادخال $س_{٥}$ الذى نجد أنه سوف يحل محل $س_{٦}$ فى الحل الأساسى الثالث وبقيمة مساوية للصفر• ونجـد صف المؤشرات بجدول الحل الأساسى الثالث يشير بادخال $س_{٤}$ ليحل محل $س_{٢}$ أو $س_{٨}$ • ولنقم بادخال $س_{٤}$ ليحل محل $س_{٨}$ لنجد أن $س_{٢}$ فى جدول الحل الأساســى الرابع من المتغيرات الأساسية وقيمتها = صفر ، وسوف يشير جدول الحل الأساســى الرابع الى ادخال $س_{٣}$ التى نضطر الى احلالها محل $س_{٢}$ بقيمة مساوية للصفر فـــى جدول الحل الأساسى الخامس ، والذى فيه نجد أن $س_{١}$ مربحة ويلزم ادخالها فـــى الحل الأساسى بدلا من $س_{٥}$ ، حيث تتكسر الحلقة المفرغة الى الحل الأمثل فى ســتة تكرارات بالرغم من أن لدينا ثلاثة قيود موضوعية •

٥ـ تحليل الحساسية والثنائية فى نموذج البرمجة الخطية :

يعتبر نموذج البرمجةالخطية من النماذج التخطيطية ذوى القدرة الكبيرة علــى تناول عدد هائل من المتغيرات والقيود ، متى توافرت شروط تطبيقه • وقد ثبت عمليـا فائدة هذا النموذج الجليلة فى تخطيط عديد من الشئون الاقتصادية على مســتوى الوحدة الاقتصادية العاملة وعلى مستوى الصناعات والقطاعات على المستوى القومــى • كما له العديد من الاستخدامات فى المجالات العسكرية والتقنينية والهندســـية • وهو كنموذج تخطيطى يعتمد فيما يعتمد على بيانات تقديرية أو معيارية متوقعـــة قد تكون الغالبيةالعظمى من معاملات دوالة وثوابت قيوده بالاضافة الى متغيراتـــه الاصلية • وعادة ماتكون هذه البيانات هى المتوقعة عن فترة التخطيط التى يســتخدم النموذج فى اعداد الخطة بشأنها •

وكثـيرا ما يأتى الواقع الفعلى بخلاف ماكان متوقعا أن يحدث عندما كان هذا

الواقع فى عداد المستقبل عند اعداد الخطة • واذا كان الاختلاف بين الواقع الفعلى وماكان متوقعا عنه بيناقان ذلك ولاشك سوف يؤثر فى سلامة الخطة التى كانت موضوعة له • والمقصود بالاختلاف البين فى هذه الحالة هو ذلك الذى يؤثر فى جوهر النتائج بصرف النظر عن مقدار أو قيمة هذا التأثير • واذا حدث مثل هذا الاختلاف فى معاملات أو مؤشرات نموذج البرمجة الخطية فان ذلك قد يؤدى الى عدم استمرار مثالية الحل الذى كان قد تم وضع الخطة على أساسه •

ولا يؤدى كل مايحدث من اختلاف فى الواقع عن المتوقع الى البعد عن الحل الأمثل • فقد تحدث اختلافات ، قد تكون كبيرة فى بعض الأحيان ، دون تأثير على تشكيلة الانتاج المثالية مثلا • كما قد تحدث اختلافات ضئيلة من حيث القيمة أو المقدار وتؤدى الى التأثير على هذه التشكيلة • ويصبح من المفيد فى ظل هذه الظروف التعرف مسبقا على مدى الاختلافات التى يمكن أن تحدث دون تأثير على مثالية الحل الذى تم التخطيط على اساسه ، فاذا زادت الاختلافات عن ذلك المدى أصبح من الواجب مراجعة الخطة • ويتم ذلك فى البرمجة الخطية عن طريق تحليل الحساسية •

والمقصود بتحليل الحساسية هو تحديد المديات التى يمكن أن تتقلب أو تتغير فى حدودها معاملات وثوابت النموذج دون تأثير على قيم المتغيرات الأساسية فى الحل الأمثل • وسوف يتناول هذا البند عرض أسلوب تحليل الحساسية فى صورة مبسطة •

٥ـ١ ـ الاختلاف فى معاملات دالة الهدف :

عادة ما تنطوى متغيرات دالة الهدف على تكاليف أو تضحيات أو على منافع أو أرباح • ويقوم نموذج البرمجة الخطية بتحديد تشكيلة المتغيرات الأساسية فى الحل الأمثل من هذه المتغيرات فى أحد جوانبه بالاسترشاد بمعاملات هذه المتغيرات فى دالة الهدف • وقد يرغب متخذ القرار فى التعرف على النتائج التى قد تترتب على اختلاف احد أو بعض هذه المعاملات على تشكيلة المتغيرات الأساسية المثالية ، لأن هذه المعاملات عادة ماتكون تقديرية كما سبق وذكرنا • ويجيب أسلوب تحليل الحساسية على هذا التساؤل عن طريق تحديد مديات التغير فى معاملات دالة الهدف والتى لاتؤثر فى هذه التشكيلة •

ولتوضيح ذلك دعنا نتفحص جدول الحل الأساسى الأمثل للمشكلــة الواردة فى البند (٤) بعاليه (الذى يفترض أنك قد توصلت اليه) والذى يظهر كما يلــى:

جدول الحل الأساسى الأمثل لتحديد
تشكيلة الانتاج المثاليـــــة
خمسة منتجات فى ثلاثة مـــــوارد

ع$_و$	س*	ب	س$_1$	س$_2$	س$_3$	س$_4$	س$_5$	س$_6$	س$_7$	س$_8$	النسب
ع$_و$			٣ر٥	٥	٤	٢	٥	٠	٠	٠	
٣ر٥	س$_1$	٢٥٠	١	١٠/٩	٠	٠	٥/٣	٧/٩	-٤/٩	١/٩	
٤ر-	س$_3$	٥٠	٠	٨/٩	١	٠	١/٣	٢/٩	٤/٩	-١/٩	
٢ر-	س$_4$	٥٠	٠	-٧/٩	٠	١	-٢/٣	-٤/٩	١/٩	٢/٩	
المؤشرات		١١٧٥	٠	-٨/٩	٠	٠	-٥/٦	-٤٩/١٨	-٤/٩	-٧/١٨	

٥–١–١– المتغيرات غير الأساسية :

سوف يفيدنا فى هذا الصدد أن نتذكر ماسبق أو أوردناه عن دلالة صـــف المؤشرات وعلاقته بقيم متغيرات الثنائى . ولننظر مثلا الى المتغير س$_2$ بعاليه، وهـــو متغير أصلى فى مشكلة اختيار تشكيلة انتاج ، أى يرمز الى منتج ، ولكنه متغير غـــير أساسى فى الحل الأمثل، أى أنه منتج تقرر عدم انتاجه . واذا سألنا لماذا تم ذلـــك؟ لأجاب علينا صف المؤشرات بما يفيد أن انتاج وحدة واحدة منه سوف يؤدى الى نقص حصيلة الأرباح بمبلغ ٨/٩ جنيه . واذا ماسألنا كيف ذلك والوحدة منه تحقق أرباح مباشرة قدرها ٥ جنيه ؟ فيجب الآن أن نكون قادرين على الاجابة باحدى الصورتين التاليتين:

الأولى :

	جنيه	جنيه
– صحيح أن الوحدة من $س_{٣}$ تحقق أرباح مباشرة		٤٥/٩
– كما أن انتاجها يؤدى الى توفير امكانيات انتاج ٧/٩ وحدة من $س_{٤}$ تحقق ٧/٩ × ٢		١٤/٩
– الا أن ذلك يؤدى الى نقص $س_{١}$ ١٠/٩ وحدة كانت تحقق ١٠/٩ × ٣٫٥	٣٥/٩	
– كما تنقص $س_{٢}$ بمقدار ٨/٩ وحدة كانت تحقق ٨/٩ × ٤	٣٢/٩	
– لتكون جملة النقص		(٦٧/٩)
– ويكون صافى النقص فى حصيلة الارباح المترتبة على ذلك		(٨/٩)

أو الثانية :

– صحيح أن الوحدة من $س_{٣}$ تحقق أرباح مباشرة :		٥
الا أن انتاجها يحتاج الى : ٢ وحدة من المورد النادر الأول بسعر ٤٩/١٨ = ٤٩/١٨ × ٢ =	٤٩/٩	
بالاضافة الى وحدة من المورد الثانى بسعر ٤/٩ = ٤/٩ × ١ =	٤/٩	
لتكون جملة تكلفة الموارد النادرة اللازمة لانتاج الوحدة		٥٣/٩
ويتحقق بذلك خسارة بواقع/ للوحدة من $س_{٣}$		٨/٩

وتعتمد الطريقة الأولى على معاملات الاحلال الحدى وربحية المنتجات فى الحل الأساسى ، وتعتمد الطريقة الثانية على أسعار ظل الموارد النادرة واحتياجات وحدة المنتج منها ٠

وحيث عرفنا سبب عدم انتاج س$_{٢}$ رغم أن الوحدة منها تحقق أرباح مباشرة قدرها ٥ جنيه ، فما هى الحدود التى يمكن فى مداها أن تتغير هذه الربحية دون أن تصبح س$_{٢}$ مرشحة للدخول فى تشكيلة الانتاج المثالية لتحل محل أحد المنتجات الأخرى؟ ويمكن الأجابة على هذا التساؤل بالمنطق أو طبقا لقواعد محددة ٠

فمن جهة المنطق يمكن القول أنه بما أن انتاج س$_{٢}$ يحقق خسائر بالنسبة لتشكيلة الانتاج المثالية القائمة قدرها ٦/٩ جنيه للوحدة رغم أن الوحدة تحقق ربح مباشر قدره ٥ جنيه، فان انخفاض هذا الربح الى الصفر أو الى $-\infty$ سوف يؤدى الى زيادة الخسائر الناجمة عن س$_{٢}$ ومن ثم يتأكد عدم انتاجها ٠ أما اذا ارتفعت الربحية المباشرة للوحدة من س$_{٢}$ فان هذا الارتفاع لو أدى الى تغطية الخسائر وقدرها ٦/٩ جنيه للوحدة وفاق ذلك لأصبحت س$_{٢}$ مربحة، أو بمعنى آخر فان الزيادة فى ربحية س$_{٢}$ عما هى عليه بما يزيد ولو بقدر ضئيل جدا عن ٦/٩ جنيه يؤدى الى أن تصبح س$_{٢}$ مربحة بهذا القدر الزائد عن ٥ ٨/٩ جنيه ويصبح من الواجب احلالها محل احد المنتجات الاحرى فى تشكيلة الانتاج القائمة ٠

أما من جهة القواعد المحددة ، فدعنا نعود الى الصيغة الأصلية للمشكلة فى البند الرابع ٠ واذا قمنا بصياغة النموذج الثنائى لهذه الصيغة لوجدنا أن قيد النموذج الثنائى المقابل للمتغير س$_{٢}$ يكون كما يأتى :

٢ص$_{١}$ + ١ص$_{٢}$ + صفر ص$_{٣}$ $\geqslant$ ٥ (٢/٢)/

واذا افترضنا أن ربحية س$_{٢}$ يمكن أن تتغير بمقدار ($\pm$ Δ ع$_{٢}$)، لأصبح هذا القيد كالآتى/:

٢ص$_{١}$ + ١ص$_{٢}$ + صفر ص$_{٣}$ $\geqslant$ ٥ $\pm$ Δ ع$_{٢}$

ومن واقع صف المؤشرات فى جدول الحل الأمثل بعاليه نقوم بالتعويض عن قيمة ص$_{١}$، ص$_{٢}$، ص$_{٣}$ كالآتى :

$$٢\left(\frac{٤٩}{١٨}\right) + ١\left(\frac{٤}{٩}\right) + \text{صفر}\left(\frac{٧}{١٨}\right) \lessgtr ٥ \pm \Delta ع_٢ \quad (٢/٢)$$

ويطرح ٥ من طرفي القيد نجد أن :

$$\frac{٥٣}{٩} - \frac{٤٥}{٩} \lessgtr \pm \Delta ع_٢$$

أى أن : $\frac{٨}{٩} \gtrless \Delta ع_٢ \gtrless - \infty$

وكقاعدة عامة بالنسبة للمتغيرات الأصلية غير الأساسية فى نموذج التقصية يجب أن تنحصر التغيرات فى معاملات دالة الهدف بين :

$$[-\infty] \text{ و } [ع_و - \sum_{ر=١}^{م} أ_{رو} ص_ر] \quad \text{أى أن :}$$

$$[ع_و - \sum_{ر=١}^{م} أ_{رو} ص_ر] \gtrless \Delta ع_و \gtrless [-\infty]$$

(وعليك باجراء تحليل مماثل للمتغير الأصلى غير الاساسى $س_٥$) •

أما فيما يتعلق بالمتغيرات العاطلة في نموذج التقصية فهى ترمز للطاقة العاطلة من الموارد النادرة المتاحة • ويفيد وجودها فى مجموعة المتغيرات غير الأساسية فى الحل الأمثل بأن طاقة الموارد التى ترتبط بها قد استغلت بالكامل ومن ثم يكون لها أسعار ظل محتسبة موجبة • ومن المنطقى أنه اذا وجدت لهذه الموارد فرص استغلال أخرى بديلة تؤدى الى تحقيق ربحية مباشرة على وحدة الموارد النادرة تقل عن سعر ظلها المحتسب فى برنامج الانتاج الأمثل فان ذلك يؤكد ضرورة استمرار استغلالها فى هذا البرنامج • أما اذا كانت الربحية المباشرة على وحدة الموارد النادرة فى هذه الفرصة البديلة تزيد عن سعر ظلها المحتسب فى برنامج الانتاج الأمثل فيصبح من الواجب تحويل الموارد لهذه الفرصة البديلة والتضحية باستغلالها فى برنامج الانتاج الحالى • وبمعنى آخر فان ربحية المورد النادر يمكن أن تنخفض من الصفر الى $-\infty$ أو يمكن أن تزداد من الصفر الى ما لا يزيد عن سعر الظل

المحتسب دون تأثير على تشكيلة الانتاج المثالية .

وبصفة عامة فيمكن القول أن صف المؤشرات فى جدول الحل الأمثل يوضح القيم التى يمكن لمعاملات دالة الهدف أن تزداد بها (تقصية) أو تنقص بها (تدنية) بالنسبة للمتغيرات غير الأساسية دون تأثير على تشكيلة المتغيرات الأساسية المثالية . أما النقص فى هذه المعاملات فى حالة التقصية أو الزيادة فيها فى حالة التدنية فيمكن أن تصل الى مالا نهاية دون تأثير على التشكيلة المثالية .

٥–١–٢– المتغيرات الأساسية :

بالنظر الى جدول الحل الأمثل بعاليه نجد أن $س_١$، $س_٢$، $س_٤$ متغيرات أساسية، أى أنها المنتجات التى تم انتاجها فى تشكيلة الانتاج المثالية . ولنفترض مثلا أن ربحية $س_٤$، أى $ع_٤$ = ٢ قد تغيرت بمقدار ($\pm \Delta$ $ع_٤$) . فيصبح المطلوب هو تحديد الحد الأقصى لمقدار ($\pm \Delta$ $ع_٤$) والذى يؤدى الى تغيير تشكيلة الانتاج المثالية . ولتحديد ذلك نقوم بالخطوات التالية :

١– لنرمز بالرمز $[ل_{رو}]$، حيث ر = رقم الصف الذى يقع فيه المتغير الاساسى المرغوب اختبار حساسية العامل الخاص به فى دالة الهدف للتغيرات ، و = رقم العمود ، لمعاملات الاحلال الحدى فى جدول الحل الأمثل لهذا المتغير مع باقى المتغيرات . ويكون $ل_{رو}$ للمتغير $س_٤$ هو $ل_{١٣}$ ، $ل_{٢٣}$ ، $ل_{٣٣}$ ..... $ل_{٨٣}$ ، حيث يقع $س_٤$ فى الصف الثالث .

٢– لنرمز لصف المؤشرات فى جدول الحل الأمثل بالرمز $[ع_و - ى_و]^*$.

٣– لنقوم بايجاد النسب بين $[ع_و - ى_و]^*$ و $[ل_{رو}]$ (مع التغاضى عن النسب التى يكون البسط أو المقام فيها مساويا للصفر .

ويكون نتاج هذه الخطوات بالنسبة للمتغير $س_٤$ كالآتى :

$\frac{ع_١ - ى_١}{ل_{٣١}}$ ، $\frac{ع_٢ - ى_٢}{ل_{٣٢}}$ ، $\frac{ع_٣ - ى_٣}{ل_{٣٣}}$ ، $\frac{ع_٤ - ى_٤}{ل_{٣٤}}$ ، $\frac{ع_٥ - ى_٥}{ل_{٣٥}}$ ،

— ، $-\frac{٨}{٩} \div \frac{٧}{٩}$ ، — ، — ، $-\frac{٥}{٦} \div -\frac{٢}{٣}$ ،

— ، $\frac{٨}{٧}$ ، — ، — ، $\frac{٥}{٤}$ ،

$\frac{ع_٦ - ى_٦}{ل_{٣٦}}$ ، $\frac{ع_٧ - ى_٧}{ل_{٣٧}}$ ، $\frac{ع_٨ - ى_٨}{ل_{٣٨}}$.

$-\frac{٤٩}{١٨} \div -\frac{٤}{٩}$ ، $-\frac{٤}{٩} \div \frac{١}{٩}$ ، $-\frac{٧}{١٨} \div \frac{٢}{٩}$.

$\frac{٤٩}{٨}$ ، -٤ ، $-\frac{٧}{٤}$.

٤ـ قم باختيار أقل النسب الموجبة لتمثل الحد الأقصى للزيادة وأكبر النسب السالبة جبريا لتمثل الحد الأقصى للنقص ٠ ونجد أن أقل النسب الموجبة للمتغير $س_٤$ هـي $\frac{٨}{٧}$ ، كما أن اكبر النسب السالبة هى $-\frac{٧}{٤}$ ، ومعنى ذلك أن ربحية $س_٤$ يمكن أن تزيد بمقدار لايزيد عن $\frac{٨}{٧}$ جنيه ، وتقل بمقدار لايزيد عن $\frac{٧}{٤}$ جنيه دون أن تتغير تشكيلة الانتاج المثالية ٠ أى أن :

$$\frac{٨}{٧} \geqslant \Delta ع_٤ \geqslant -\frac{٧}{٤}$$

وحيث بدأنا بتطبيق القواعد فى هذه الحالة يصبح من الواجب توضيح مغزاها المنطقى ٠ فالمفروض أننا نعرف الآن أن تشكيلة المتغيرات المثالية تصبح غير مثالية لو تحولت أى قيمة من القيم فى صف المؤشرات الى قيمة موجبة فى حالة التقصية أو الى قيمة سالبة فى حالة التدنيـة (بالطريقة التى نتبعها وهى الشائعة) ٠ ونعرف أيضا أننا نصل الى

القيم فى صف المؤ شرات عن طريق ضرب معاملات دالة الهدف للمتغيرات الأساسية فى معاملات الاحلال الحدى فى كل عمود من الاعمدة ، ثم نقوم بطرح حصيلة الضرب من ربحية المتغير فى العمود • ويلزم فى حالة التقصية أن تكون صافى مجموع حصيلة الضرب الموجبة تزيد عن أو تساوى ربحية المتغير فى العمود حتى تكون القيمة فى صف المؤ شرات سالبة (والعكس فى حالة التدنية)• وتؤ دى زيادة ربحية متغير ما فى الحل الأساسى الى زيادة هذه الحصيلة اذا كان معامل الأحلال موجبا كما تؤدى الى نقص حصيلة الضرب اذا كان معامل الاحلال سالبا • وبالتالى فان اقصى قيمة للزيادة يجب أن لاتزيد عما يجعل أى من القيم السالبة فى صف المؤ شرات مساوية للصفر والا تحولت بعد ذلك الى قيمة موجبة (فى حالة التقصية)• ومن ثم يصبح الحد الأقصى للزيادة مشتقا من صف المؤ شرات ذو القيم السالبة (فى حالة التقصية) مقسوما على معاملات الاحلال السالبة المؤ دية الى نقص صافى حصيلة الضرب الموجبة• وبقسمة هذه القيم السالبة فى صف المؤ شرات على معاملات الاحلال السالبة فى صف المتغير الأساسى المعين نحصل على المتغيرات المختلفة التى تؤدى الى تحول قيم صف المؤ شرات فى أعمدة معاملات الاحلال السالبة الى قيم صفرية • وحيث يكفى أن تصبح قيمة واحدة فى صف المؤ شرات موجبة حتى تصبح تشكيلة المتغيرات الأساسية غير مثالية ، فاننا نختار أقل المتغيرات الموجبة لتمثل الحد الأقصى للزيادة • وينصب عكس المنطق السابق على الحد الأقصى للنقص •(وعليك الآن اختبار حساسية $ع_1$ ، $ع_2$ ، أى تحديد مديات التغير فيها ، أو قيمة $\pm \Delta ع_1$ ، $\pm \Delta ع_2$) •

ولا يعنى تحديد مديات التغير فى معاملات دالة الهدف التى لاتؤ ثر على تشكيلة المتغيرات المثالية ، أن كل المعاملات يمكن أن تتغير فى نفس الوقت فى حدود هذه المديات دون تأثير على التشكيلة • فالواقع أن العيب الرئيسى فى هذا التحليل أنه يفترض أن التغيرات التى تحدث فى معامل دالة الهدف لمتغير أساسى أو غير أساسى تتم مع بقاء العوامل الأخرى على حالها ، أى مع بقاء المعاملات الاخرى فى دالة الهدف وكذلك معاملات وثوابت باقى النموذج على حالها • ويوجد عدد من الأساليب المتقدمة تمكن من اسقاط فرض بقاء العوامل الأخرى على حالها، وليس هنا متسع لتناولها

كما يراعى أنه ليس معنى تغير ربحية متغير معين دون تغير تشكيلة المتغيرات المثالية أن تبقى قيمة دالة الهدف على ماكانت عليه ، أو تبقى قيم صف المؤشرات على ماكانت عليه • فالواقع أن تغير معامل أى متغير من المتغيرات الأساسية فى دالة الهدف مع بقاء العوامل الأخرى على حالها ، سوف يؤدى بالضرورة الى تغير قيمة دالة الهدف وبعض أو كل القيم فى صف المؤشرات • ولكن المقصود ببقاء تشكيلة المتغيرات المثالية على ماهى عليه هو بقاء قيم المتغيرات فى الحل الأساسى الأمثل دون تغيير مع تغير قيمة دالة الهدف بما يتلاءم مع ماحدث من تغيرات فى معامل المتغير المعين فى دالة الهدف •

٥—٢— التغير فى معاملات الاستخدام أو المعاملات الفنية :

يلزم التفرقة فى هذا المجال أيضا بين معاملات استخدام المتغيرات الأساسية ومعاملات استخدام المتغيرات غير الأساسية •

فالتغير فى معامل استخدام متغير غير أساسى من مورد نادر بالزيادة يزيد من التكلفة المحتسبة لانتاج هذا المنتج ، وحيث أنه كان من غير الاقتصادى انتاجه بالتكلفة الأقل فيكون من غير المعقول انتاجه بالتكلفة الأعلى • فتغير معاملات استخدام المتغيرات غير الأساسية بالزيادة لايؤدى اذن الى تغيير تشكيلة الانتاج المثالية •

أما اذا كان التغير فى معامل استخدام متغير غير أساسى بالنقص ، فان مقدار النقص الذى لا يؤدى الى تغيير تشكيلة الانتاج المثالية فيتوقف على سعر ظل المورد الذى نقص استخدام المنتج منه ومقدار النقص فى الاستخدام • فالمنتج $س_٢$ مثلا فى مثالنا السابق كان يحتاج الى وحدتين من المورد الأول ووحدة واحدة من المورد الثانى • وقد ترتب على ذلك أن ربحيته المباشرة قلت عن تكلفتها المحتسبة بمقدار $\frac{٨}{٩}$ جنيه ولذلك لم يدخل فى تشكيلة الانتاج المثالية • فما هو مقدار النقص فى استخدام $س_٢$ من المورد الأول والذى يجعل التكلفة المحتسبة لاستخدامات هذا المنتج مساوية لربحيته المباشرة، أى الذى يؤدى الى أن $ى_٢ = ع_٢$ بحيث تكون $ع_٢ - ى_٢ =$ صفر • وحيث لدينا سعر ظل الوحدة من المورد الأول وهى $\frac{٤٩}{١٨}$ ، ولدينا زيادة التكلفة المحتسبة للمنتج $س_٢$ عن ربحيته المباشرة وهى $\frac{٨}{٩}$ والتى تمثل الخسائر التى تتحقق عند انتاج وحدة من هذا المنتج باستخداماته الحالية (وكلاهما من صف المؤشرات)، فان

تلافى هذه الخسائر يستدعى انقاص استخداماته من المورد الأول بما يساوى هـــذه الخسائر • ويتم ذلك بقسمة الخسائر على سعر الظل المحتسب لوحدة المورد لمعرفـــة عدد وحدات الاستخدام الواجب انقاصها •

أى : $\frac{٨}{٩} \div \frac{٤٩}{١٨} = \frac{١٦}{٤٩}$ وحدة من المورد الأول •

فيعنى ذلك أنه لو نقصت استخدامات $س_{٢}$ من المورد الأول من وحدتين الى :

$٢ - \frac{١٦}{٤٩} = \frac{٨٢}{٤٩}$ وحدة لتمكن هذا المنتج من تغطية تكلفتـــه المحتسبة من ربحيته المباشـــرة دون اضافة الى حصيلة الارباح المباشرة المثالية ودون تخفيضها • أن يصبـــح فى وضع يستوى فيه انتاجه أو عدم انتاجه. أما اذا نقصت احتياجاته من المورد الأول بما يزيد عن $\frac{١٦}{٤٩}$ فسوف يتحول الى منتج مربح ويلزم اضافته الى تشـكيلة الانتاج • ولـــو نقصت احتياجاته بما يقـــل عن $\frac{١٦}{٤٩}$ فسوف يظل غير قادر على تغطية تكلفته المحتسـبة من ربحيـــته المباشر ، ويتحتـــم عدم انتاجه •

وتكون القاعدة العامة اذن بالنسبة للمتغيرات غير الأساسية فى الحل الامثـل أن :

أـــ زيادة معامل استخدام المنتج من المورد لايؤثر فى مثالية الحل الأساسى مهما بلغ مقدار الزيادة •

ب ـــ نقص معامل استخدام المنتج من المورد يجب أن لايزيد عما يؤدى الى تلافـــى الخسائر التى تتحقق بانتاج وحدة من المنتج منسوبة الى سعر ظل الوحدة مـــن المورد ويكون الحد الأقصى للنقص مساويا :

قيمة صف المؤشرات فى عمود المنتج ÷ قيمة صف المؤشرات فى عمود المورد •

ويمكن صياغة هذه القاعدة بصفة عامة من واقع الحل الأمثل للنموذج الثنائى كالآتى :

$$-\frac{ص_{م+ر}}{ص_{ر}} \leq \Delta أ_{رو} \leq +\infty$$

حيث م = عدد المتغيرات الأصلية فى الثنائى وهى تساوى عدد قيود الأولى، حيث(و)تشير الى المتغير المعين فى النموذج الأولى ، وتشير الى رقم المتغير فى النموذج الثنائى (عليك بتحويل جدول الحل الأمثل فى البند ٥ـــ١ الى صيغته الثنائية لتجد أن $ص_{١}$ تناظر $س_{١}$ ، وأن $ص_{٥}$ تناظر $س_{٢}$) •

أما بالنسبة للمتغيرات الأساسية فى الحل الأمثل فان أى تغير فى معامل استخدام أيهما من مورد معين سوف يؤدى الى تغيير تشكيلة الانتاج المثالية، لو كان هذا المورد مستغلا بالكامل فى برنامج الانتاج الأمثل ، وسواء كان التغير بالزيادة أو بالنقص . أما اذا كان المورد الذى تغير معامل استخدام المنتج منه به طاقة عاطلة ، فان أى نقص فى معامل الاستخدام سوف يؤدى الى زيادة الطاقة العاطلة بما يعادل مقدار النقص مضروبا فى عدد وحدات المنتج فى التشكيلة المثالية أما اذا كان التغير فى معامل الاستخدام من المورد ذا الطاقة العاطلة بالزيادة فيلزم أن تكون الحصيلة الكلية للزيادة فى حدود الطاقة العاطلة والا تغيرت تشكيلة الانتاج المثالية . ويتم حساب الحد الأقصى للزيادة فى معامل الاستخدام بقسمة الطاقة العاطلة الظاهرة فى الحل الأساسى على عدد وحدات المنتج الذى تغير معامل استخدامه كما تظهر فى الحل الأساسى .

٥ـ٣ـ التغير فى كميات الموارد المتاحة :

يؤدى التغير فى كميات الموارد المتاحة الى ضرورة تغيير قيمة تشكيلة المتغيرات الأساسية فى الحل الأمثل . فلو كان التغير يتعلق بمورد عاطل فان التغير الناتج فى الحل الأساسى سوف ينصب على مقدار الطاقة العاطلة فى هذا المورد ، مالم يكون التغير بالنقص بما يزيد عما يستنفد الطاقة العاطلة . فاذا حدث ونقصت كمية المورد العاطل بما يزيد عن الطاقة العاطلة فسوف يؤدى ذلك الى تغيير تشكيلة المتغيرات الأساسية الأخرى . أما الزيادة فى طاقة المورد العاطل فسوف تؤدى الى زيادة الطاقة العاطلة .

ويمكن حساب قيم المتغيرات الأساسية فى الحل الأمثل الجديد نتيجة تغير كمية المتاح من مورد معين بالاستعانة بمعاملات الاحلال الحدى فى جدول الحل الأمثل الاخير . ولتوضيح ذلك نلاحظ أن مصفوفة معاملات الاحلال الحدى بين الموارد الثلاثة والمنتجات الثلاثة كما فى جدول الحل الأمثل فى البند ٥ـ١ هى كالآتى :

$$[\text{أ}_{\text{رو}}]^{*} = \begin{bmatrix} \frac{7}{9} & -\frac{4}{9} & \frac{1}{9} \\ \frac{2}{9} & \frac{4}{9} & -\frac{1}{9} \\ -\frac{4}{9} & \frac{1}{9} & \frac{2}{9} \end{bmatrix}$$

ونلاحظ أيضا أن حاصل ضرب هذه المصفوفة فى العمود [ب] فى جدول الحل الاساسى الأول ينتج قيمة المتغيرات فى الأساسى الأمثل كالآتى :

$$[\text{أ}_{\text{رو}}]^{*} \times [\text{ب}] = \begin{bmatrix} \frac{7}{9} & -\frac{4}{9} & \frac{1}{9} \\ \frac{2}{9} & \frac{4}{9} & -\frac{1}{9} \\ -\frac{4}{9} & \frac{1}{9} & \frac{2}{9} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 300 \\ 150 \\ 750 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 250 \\ 50 \\ 50 \end{bmatrix} = [\text{س}^{*}]$$

ولو فرضنا أن المتاح من المورد الأول قد ازداد بمقدار ١٠ وحدت مثلا، فان الحل الأمثل الجديد يكون :

$$[\text{أ}_{\text{رو}}]^{*} \times [\text{ب}] = \begin{bmatrix} \frac{7}{9} & -\frac{4}{9} & \frac{1}{9} \\ \frac{2}{9} & \frac{4}{9} & -\frac{1}{9} \\ -\frac{4}{9} & \frac{1}{9} & \frac{2}{9} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 310 \\ 150 \\ 750 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 257\frac{7}{9} \\ 52\frac{2}{9} \\ 45\frac{5}{9} \end{bmatrix} = [\text{س}^{*}]'$$

وبالطبع يتم حساب ربحية الحل الأساسى الأمثل الجديد بضرب $[\text{س}^{*}]' \times [\text{ع}_{\text{و}}]$.

غير أن هذا الاجراء لايمكن اتباعه دون قيود ، فقد يترتب على تغير الكمية المتاحة من مورد معين ضرورة تحول متغير أساسى الى متغير غير أساسى أو العكس. ومن ثم يصبح من المفيد معرفة حدود التغيرات فى كميات الموارد المتاحة ، والتى لا تؤدى الى تحول أى من المتغيرات الأساسية الى متغيرات غير أساسية. وفى ضوء هذه الحدود يتم حساب قيم متغيرات الحل الأساسى الجديد بالطريقة بعاليه.

أما اذا كانت التغيرات خارج هذه الحدود فانه سوف يتطلب الأمر ضرورة التوصل الى حل أساسى جديد بطريقة السمبلكس مبتدئين من الحل القائم الذى يعاد حسابه بالطريقة بعاليه ، والذى نجد أنه لايستوفى شرط عدم السالبية . ولنفرض لتوضيح ذلك أن كمية المتاح من المورد الأول قد زادت بمقدار ١١٥ وحدة لتصبح ٤١٥ وحدة طاقة . وبالطريقة السابقة نجد أن :

$$[A^*_{rw}] \times [b'] = \begin{bmatrix} \frac{7}{9} & -\frac{4}{9} & \frac{1}{9} \\ \frac{2}{9} & \frac{4}{9} & -\frac{1}{9} \\ -\frac{4}{9} & \frac{1}{9} & \frac{2}{9} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 415 \\ 150 \\ 750 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 339\frac{4}{9} \\ 75\frac{5}{9} \\ -1\frac{1}{9} \end{bmatrix} = [x^*]$$

حيث يتضح أن س٤ أصبح يتخذ قيمة سالبة = $-1\frac{1}{9}$. وهذا بالطبع غير جائز ويصبح من اللازم استبعاد س٤ واحلاله بمتغير جديد حتى يصبح الحل ممكنا . والواقع أن أقصى زيادة فى المورد الأول ، والتى لاتؤدى الى خروج س٤ من الحل الأساسى تعادل (٥٠ ÷ $\frac{4}{9}$) ، أى تساوى ١١٢ ½ وحدة . لاحظ أن الـ ٥٠ هى قيمة س٤ فى الحل الأمثل ، وأن الـ $\frac{4}{9}$ تمثل معامل الاحلال الحدى السالب فى صف س٤ وعمود المورد الأول .

وكقاعدة عامة فان الحد الأقصى للتغيرات فى كمية الموارد المتاحة والتى لا تؤدى الى خروج أحد المتغيرات الأساسية من الحل الأساسى الأمثل تتحدد بالآتى :

الحد الاقصى للزيادة = أقل القيم الموجبة من $\left[\dfrac{-\text{قيمة المتغيرات فى الحل الاساسى الامثل}}{\text{معاملات الاحلال الحدى السالبة فى عمود المورد}} \right]$

أى Δb_r^{+} = أقل القيم الموجبة من $\left[\dfrac{-x^*_w}{a^*_{rw}\ \text{سالبة}} \right]_r$ ، على ر .

الحد الاقصى للنقص
أى Δb_r^{-} = أكبر القيم السالبة من $\left[\dfrac{-x^*_w}{a^*_{rw}\ \text{موجبة}} \right]$ ، على ر .

وتكون هذه الحدود للمشكلة فى جدول الحل الأمثل فى البند (٥ـ١) كالآتى :

(−٥٠ ÷ −$\frac{٤}{٩}$ = ١١٢½) ≤ Δ ب$_{١}$ ≤ أكبر (−٢٥٠ × $\frac{٩}{٧}$ أو −٥٠ × $\frac{٩}{٢}$)

أى : ١١٢½ ≤ Δ ب$_{١}$ ≤ −٢٢٥

(−٢٥٠ × −$\frac{٩}{٤}$ = ٥٦٢½) ≤ Δ ب$_{٢}$ ≤ أكبر (−٥٠ × $\frac{٩}{٤}$ أو −٥٠ × $\frac{٩}{١}$)

أى: ٥٦٢½ ≤ Δ ب$_{٢}$ ≤ −١١٢½

(−٥٠ × −$\frac{٩}{١}$ = ٤٥٠) ≤ Δ ب$_{٣}$ ≤ أكبر (−٢٥٠ × $\frac{٩}{١}$ أو −٥٠ × $\frac{٩}{٢}$)

أى : ٤٥٠ ≤ Δ ب$_{٣}$ ≤ −٢٢٥

وترتيبا على ذلك تكون مديات التغير فى كميات الموارد المتاحة ، والتى لاتؤدى الى خروج أى من المتغيرات الأساسية من الحل الأساسى الامثل (رغم تغير قيمة هـــذه المتغيرات فى الحل الأمثل وبالضرورة كما سبق وبينا) تكون كالآتى :

٣٠٠ + ١١٢½ = ١٨٧½ ≤ ب$_{١}$ ≤ ٣٠٠ − ٢٢٥ = ٧٥

١٥٠ + ٥٦٢½ = ٧١٢½ ≤ ب$_{٢}$ ≤ ١٥٠ − ١١٢½ = ٣٧½

٧٥٠ + ٤٥٠ = ١٢٠٠ ≤ ب$_{٣}$ ≤ ٧٥٠ − ٢٢٥ = ٥٢٥

فاذا تمت التغيرات فى هذه الحدود فيمكن الحصول على الحل الامثل الجديد بضرب مصفوفة معاملات الاحلال الحدى [أ$_{رو}$]* فى العمود [ب]/ الجديد .

ويراعى أيضا أن هذا التحليل يحدث بالنسبة لكل مورد بصفة مستقلة ومع بقـــاء كميات الموارد الأخرى وكل العوامل الأخرى على حالها .

أسئلة وتمـاريـن الفصـــل

أولا : الأسئلة :

السؤال الأول : ميز بين كل زوج مما يأتـي :

١- مصفوفة الكميات ومصفوفة معاملات الاحلال الحدى ، ٢- مصفوفة معاملات الاستخدام المباشرة ، ومصفوفة الاحتياجات الكلية من الموارد النادرة ، ٣- مصفوفة الكميات الكلية ومصفوفة المعاملات الفنية ، ٤- المتغير (و) فى النموذج الأولـى والمتغير المقابل (م+ و) فى النموذج الثنائى ، ٥- سعر الظل المحتسب للمورد النادر وسعر السوق لنفس المورد ، ٦- وجود قيمة صفرية فى صف المؤشرات ووجـود قيمة صفرية فى العمود (ب) ، ٧- وجود قيمة سالبة فى صف المؤشرات ووجود قيمة موجبة فى نفس الصف فى نفس الوقت ، ٨- تشكيلة الانتاج المثالية فى حالة تداخل النشـاط والانتاج الكلى فى نفس الحالة ، ٩- تغير معامل استخدام منتج غير أساسى وتغيـر معامل استخدام منتـج اساسى ، ١٠- زيادة المتاح من كمية مورد نادر ونقص المتـاح من كمية مورد غير نادر .

السؤال الثانى : برر لماذا تعتبر كل من العبارات التالية خطـأ أو صـواب فيمـا لايزيد عن ثلاثة سطور لكل عبارة .

١- يمكن أن تكون حالة تداخل النشاط فى اتجاه واحد اذا كانت المنتجات السابقة تعتمد على المنتجات اللاحقة دون أن تعتمد المنتجات اللاحقة على السابقة .

٢- يتم ايجاد مصفوفة الاستخدام الكلية من الموارد النادرة عن طريق ايجاد مقلـوب مصفوفة الاستخدام المباشرة من هذه الموارد .

٣- يتم تقييم الاستخدامات الوسيطة بتكلفتها المتغيرة فى نموذج البرمجة الخطيـة اذا لم يتوافر لها سعر بيع تنافسـى فى السـوق .

٤- يختلف مفهوم الارباح المباشرة عن مفهوم الارباح المضافة فى أن الأولى تمثـل مقدار ثابت بالنسبة لوحدة المنتج بينما الثانية تتغير طبقا لمسببات اضافتها .

٥- يتضمن صف الاستخدامات الأخرى فى جدول المستخدم والمنتج على مسـتوى الوحدة الاقتصادية استخدامات أخرى وسيطة بالاضافة الى عوائد عوامل الانتاج

المدفوعة والمسددة نقدا ٠

٦ـ يتم التعبير عن كميات الموارد النادرة فى نموذج المستخدم والمنتج بقيم نقدية تسهيلا للعمليات الحسابية ٠

٧ـ يعبر كل متغير عاطل فى ثنائى مشكلة التدنية عن متغير زائد فى أولى نفس المشكلة ٠

٨ـ اذا كان المتغير العاطل فى أولى التقضية ليس بين المتغيرات الاساسية فى الحل الأمثل فان المتغير الأصلى المقابل له فى الثنائى يجب أن يكون هو الآخر بين المتغيرات غير الأساسية ٠

٩ـ اذا لم تتفق علاقات التباين فى القيود مع صيغة دالة الهدف ، فان هذا يعنى أن المشكلة متحللة ٠

١٠ـ يمكن أن يكون لمشكلة معينة حل ممكن وحيد فى الأولى بينما لا يكون لها أى حل ممكن فى الثنائى ٠

١١ـ اذا كانت دالة الهدف فى الأولى تتقهقر نحو قيمة أقل فهذا يعنى اما أن دالة الهدف فى الثنائى تتقدم نحو قيمة أعلى ، أو أن المشكلة متحللة ٠

١٢ـ يعتبر سعر الظل المحتسب لوحدة المورد النادر الحد الأدنى للتضحية التى يمكن أن نضحى بها فى سبيل توفير وحدة اضافية من هذا المورد ٠

١٣ـ يكون سعر الظل المحتسب لوحدة المورد النادر مساويا للربحية المباشرة على وحدة الطاقة من هذا المورد كمركز اختناق ، بصرف النظر عن تعدد مراكز الاختناق ٠

١٤ـ تفيد الربحية المباشرة على وحدات الطاقة فى مراكز الاختناق فى تحديد تشكيلة الانتاج المثالية وخاصة اذا اختلفت هذه الربحية فى مراكز الاختناق المختلفة ٠

١٥ـ يترتب على تغير قيم التغيرات الأساسية فى الحل الأمثل فى نموذج التدنية الأولى ضرورة تغير قيم المتغيرات الاساسية فى الحل الامثل للثنائى ٠

١٦ـ تبدأ مشكلة التحلل فى الظهور عندما يتخذ أحد المتغيرات الأساسية فى الحل الأساسى قيمة سالبة ٠

١٧ـ تؤدى الزيادة فى ربحية المتغيرات غير الأساسية فى دالة الهدف الى عدم استمرار مثالية تشكيلة المتغيرات الأساسية ٠

١٨ـ يمكن أن تتغير احتياجات المتغير الأساسي من الموارد النادرة في حدود معينة دون تغير في قيمة متغيرات الحل الأساسي الأمثل، بينما لا يمكن ذلك لو حدث أي تغير، ولو طفيف، في ربحية المتغير .

١٩ـ مادامت التغيرات التي تحدث في معاملات وثوابت نموذج البرمجة الخطية تحدث في الحدود الموضوعة لها من خلال تحليل الحساسية، فسوف تظل تشكيلة المتغيرات المثالية كما هي عليه بصرف النظر عما يحدث من هذه التغيرات .

٢٠ـ تؤدى الزيادة في مورد نادر كان يمثل مركز اختناق لمنتج لم يتم انتاجه الى اتاحة الفرصة لانتاج هذا المنتج .

ثانيا : التمارين :

التمرين الأول : تقوم احدى الشركات بانتاج اربعة منتجات تحتاج الوحدة من المنتج الثالث الى ٢ وحدة من المنتج الأول و ٦ وحدة من المنتج الثاني ، كما تحتاج الوحدة من المنتج الرابع الى ٦ وحدة من المنتج الثاني و ٢ وحدة من المنتج الثالث . ويتم انتاج كل منتج في خط انتاجي مستقل حيث يبلغ طاقة خط انتاج المنتج الأول ٦٠٠٠ وحدة والمنتج الثاني ١٦٠٠٠ وحدة والمنتج الثالث ٢٤٠٠ وحدة والمنتج الرابع ٨٠٠ وحدة . هذا ويمكن بيع كل من المنتجات الأربعة في السوق بربح مباشر للوحدة من كل منها يبلغ ٥، ٦، ١٠، ٤ جنيه على التوالي . غير أن كمية المبيعات المنتظرة من كل منتج ينتظر أن لا تزيد عن ٢٤٠٠ وحدة للمنتج الأول و ١٤٠٠ وحدة للثاني ، ١٠٠٠ وحدة للثالث ، ٦٠٠ وحدة للرابع .

المطلوب : (١) تحديد تشكيلة الانتاج المثالية ، وحساب الانتاج الكلي المطلوب من كل منتج للوفاء بكل من الاستخدامات الوسيطة والطلب الخارجي المتوقع .

(٢) شرح الارقام الظاهرة في صف المؤشرات في جدول الحل الأمثل رقما رقما .

(٣) بفرض زيادة طاقة خط انتاج $س_1$ بمقدار ٥٠٠ وحدة، فما هو أثر ذلك على الحل الأمثل .(٤) بفرض انخفاض الربحية المباشرة على $س_4$ الى جنيه واحد فهل يستمر انتاج هذا المنتج .(٥) بفرض أنه يلزم لانتاج كل من المنتجات الأربعة عناصر تكلفة متغيرة كالآتي (بخلاف الاستخدامات الوسيطة بين المنتجات) (بالجنية) :

المنتج	الأول	الثانى	الثالث	الرابع
عنصر التكلفة : مواد مباشرة	٢	½	٠	١
أجور مباشـرة	١	½	½	¼
م٠صناعية متغيرة	٣	¼	¼	١

فما هو مقدار الميزانيــة التقديرية للاستخدامات من هذه العناصر واللازم لتحقيـــــق برنامج الانتاج الأمثل ٠

التمرين الثانى :

تقوم احدى الشركات بانتاج ثلاثة منتجات تتداخل مع بعضها تبادليا ٠وفيمايلى مصفوفةالمبادلات فى الاستخدامات الوسيطة بين المنتجات الثلاثة بالجنيه " ٠

	المستخدم فى: $س_1$	$س_2$	$س_3$
المنتـج من : $س_1$	٤٠٠	١٠٠٠	٠
$س_2$	٠	٢٠٠٠	٣٢٠
$س_3$	٦٠٠	٥٠٠	٤٨٠
الاستخدامات الاخرى	١٠٠٠	١٥٠٠	٨٠٠
	٢٠٠٠	٥٠٠٠	١٦٠٠

وتقـوم الشركة بانتاج المنتجات الثلاثة باستخدام أربعة موارد مشتركة تظهـــر العلاقة الفنية بينها وبين المنتجات كالآتى :

	المنتج	$س_1$	$س_2$	$س_3$	المتاح من المورد
المورد	الاول	٠	$\frac{1}{10}$	$\frac{3}{10}$	١٥٤٠
	الثانى	$\frac{2}{10}$	٠	$\frac{1}{10}$	٢٠٨٠
	الثالث	$\frac{1}{10}$	$\frac{1}{10}$	$\frac{1}{10}$	١٢٣٢
	الرابع	$\frac{2}{10}$	$\frac{1}{10}$	٠	١٥٤٠

فاذا علمت أن الوحدة من المنتج الأول تحقق أرباح مباشرة تدرها ٢٠ جنيه بينمـا الوحدة من الثانى تحقق ١٢ جنيه ومن الثالث ١٦ جنيهاذا ماتم بيعها فى السوق ٠

المطلوب :

١ــ ايجاد تشكيلةالانتاج المثالية للوفاء باحتياجات الاستخدام الداخلى وتعظيم حصيلة الارباح المباشرة •

٢ــ اعداد جدول المستخدم والمنتج المتوقع الناتج عما تقدم •

التمرين الثالث :

تقوم احدى الشركات بانتاج أربعة منتجات متداخلة يقل سعر بيع ثلاثة منها في السوق عن تكلفته المتغيرة ويحقق منتجا واحدا أرباح مباشرة قدرها ٦ جنيه للوحدة • وفيما يلى نموذج البرمجةالخطية لهذه الشركة :

عظم : $-2س_1 + 6س_2 - 4س_3 - 4س_4$

فى ظل : $6س_1 - 2س_2 + 2س_3 + 4س_4 \leq 280$ المورد الأول •

$-4س_1 + 8س_2 - 2س_3 \leq 480$ المورد الثانى •

$-4س_1 + 6س_2 - 2س_3 + 5س_4 \leq 400$ المورد الثالث •

كل $س_و \geq$ صفر •

المطلوب :

١ــ هل تعتقد (دون حل المشكلة) أنه يجب على الشركة أن تقتصر على انتاج $س_2$؟ ولماذا ؟

٢ــ قم بحل المشكلة بطريقةالسمبلكس وحدد تشكيلة الانتاج المثالية •

٣ــ برر لماذا لم تقتصر الشركة على انتاج $س_2$ بالرغم من انخفاض سعر بيع المنتجات الأخرى عن تكلفتها المتغيرة •

٤ــ ماهى العلاقة التى تعتقد أنها قائمة بين كل من الموارد الثلاثة والمنتجات الاربعة •

٥ــ قم بتحديد مديات التغير فى ربحية كل من المنتجات الأربعة والتى لاتؤدى الى تغيير تشكيلةالانتاج المثالية •

٦ــ قم بتحويل جدول الحل الأمثل الى صيغةالحل الأمثل للنموذج الثنائى •

٧ــ عن طريق الشرح المقارن للدلالة الارقام فى صف المؤشرات والعمود [ب] قارن بين الجدولين مستعينا بمعاملات الاحلال الحدى •

التمرين الرابع: تقدمت لشغل أحد الوظائف ، فقدم لك مدير الموازنة المشكلة التالية:

عظم : $-٢س_١ + ١٨س_٢ + ع_٣س_٣ + ع_٤س_٤$

فى ظل : $٢س_١ + ٤س_٢ + ٦س_٣ + ٨س_٤ \leq ٦٠$

$-٩س_١ + ١٢س_٢ - ١٥س_٣ - ١٨س_٤ \geq ٣٠$

كل $س_و \geq$ صفر ٠

وقد أخبرك المدير أن ربحية $س_٣$، $س_٤$ تعتبر سرا من أسرار الشركة ، وأنه قد قام بحل هذه المشكلة ووجد أن الحل الأمثل يضم $س_١$ ، $س_٢$ فقط فى تشكيلة الانتاج المثالية وقد طلب منك على سبيل الاختبار : (١) تحديد الحل الأمثل الذى توصل اليه ٠ (٢) صياغة النموذج الثنائى وتحديد قيم متغيراته ٠ (٣) تحديد أكبر قيمة لكل من $ع_٣$ ، $ع_٤$ والتى يظل فى ظلهما الحل الأساسى الأمثل يقتصر على انتاج $س_١$ و $س_٢$ ٠

التمرين الخامس : فيما يلى النموذج الأولى لتقصية حصيلة الارباح لاحدى الشركات التى تستطيع انتاج أربعة منتجات بموردين :

عظم : $٢س_١ +$ صفر $س_٢ - ٥س_٣ + ٢س_٤$

فى ظل : $٢س_١ + ٢س_٢ - س_٣ \leq ٤٨$

$-٤س_١ - ١٠س_٢ + ٤س_٣ + ٢س_٤ \geq ٣٦$

$س_١$ ، $س_٢$ ، $س_٣$ ، $س_٤ \geq$ صفر .

المطلوب :(١) قم بصياغة النموذج الثنائى لهذه المشكلة ٠ (٢) قم بوضع الأولى والثنائى فى صيغة جدول الحل الاساسى الأول ، وقارن بين الصيغتين من جميع النواحى ٠ (٣) قم بحل النموذج الثنائى بقواعد واجراءات التدنية ٠ (٤) قم بصياغة جدول الحل الأمثل للأولى من واقع جدول الحل الأمثل للثنائى وقارن بين الجدولين من جميع النواحى (٥) قم بتحليل حساسية معاملات دالة الهدف للتغيرات (٦) بفرض أن معامل $س_١$ قد ازداد الى ٤ وحدات من المورد الأول بدلا من وحدتين ، فما هو أثر ذلك على الحل الامثل (٧) بفرض أن معامل $س_١$ من المورد الثانى قد ازداد الى ٢ (بدلا من -٤) فما هو أثر ذلك على الحل الأمثل ، (٨) قم بتحديد مديات التغيير فى ثوابت القيود

(العمود [ب]) والتى لاتؤدى الى اخراج أى من متغيرات الحل الأساسى الأمثل .

التمرين السادس : فيما يلى نموذج البرمجة الخطية الخاص باحدى الشركات الصناعية:

تدنيـــة : ٦٠٠ $ص_1$ + ٣٠٠ $ص_2$ + ٦٠٠ $ص_3$

فى ظل : $ص_1$ + ٢ $ص_3$ $\geq$ ٣

٢ $ص_1$ + $ص_2$ $\geq$ ٥

$ص_1$ + ٢ $ص_2$ + $ص_3$ $\geq$ ٤

$ص_2$ + ٤ $ص_3$ $\geq$ ٢

٢ $ص_1$ + $ص_3$ $\geq$ ٥

كل $ص_ر$ $\geq$ صفـر .

المطلوب : (١) حل النموذج الثنائى لهذه المشكلة بطريقة السمبلكس وابـــــداء ملاحظاتك عليـه . (٢) تحديد مديات التغير فى ربحية المنتجـات (فى النمـوذج الثنائى) والتى لاتؤثر فى الحل الأمثل . (٣) بفرض أن الكمية المتاحة من المـورد الثالث قد ازدادت الى ١٥٠٠ وحدة فما هو أثر ذلك على تشكيلة المتغيرات المثاليـة (٤) بفرض أن القيدان التاليان قد تم اضافتهما الى ثنائى المشكلة الأصلية :

$س_1$ = ١٠

$س_2$ $\geq$ ٥٠

فما هو الحل الأمثل للمشكلة فى هذه الحالـة .

الفصل الرابع
في
طرق التوزيع

DISTRIBUTION METHODS

١ - مقدمة :

تعتبر المحاولة العلمية التى نشرها فرانك هتشكوك سنة ١٩٤١ لوضع نموذج مشكلة التوزيع (أو كما تسمى أيضا مشكلة النقل Transportation problem) وحلها من أولى المحاولات العلمية التى أسهمت فى ارساء قواعد طرق التوزيع عموما ، ثم أدت الحرب العالمية الثانية بعد ذلك الى توجيه العناية الكافية لدراسة بحوث العمليات عموما Operations Research وارساء أسس البرمجة الخطية خصوصا . وفى سنة ١٩٥١ حدث تقدم كبير فى وسائل البرمجة الخطية بصفة عامة وكان الفضل فى ذلك يرجع أساسا الى دانتزج Dantzig وكوبمانز Koopmans وخاصة لما أسهما به من نماذج لحل مشكلة التوزيع . غير أن النماذج التى كانت متوفرة لمشكلة التوزيع حتى ذلك الحين لم تكن سهلة الاستيعاب على العقلية الغير رياضية مما أدى الى محاولة اعادة صياغة المشكلة بطريقة يسهل معها استيعابها واستخدامها بدون الحاجة الى التعمق فى الدراسات الرياضية المتخصصة .

وكانت محاولة كوبر Cooper وكارنس Charnes سنة ١٩٥٣ لوضع نموذج مشكلة التوزيع فى صورة مبسطة أولى المحاولات المثمرة فى هذا المجال حيث توصلا الى ما يسمى بطريقة " الحجر المنقل Stepping Stone " المشهورة . ثم قام فرجيسون Ferguson بتهذيب طريقة الحجر المتنقل سنة ١٩٥٥ لتصبح ما يسمى بطريقة التوزيع المعدلة Modified Distribution Method . وفى أواخر نفس العام ظهر ما يسمى بطريقة فوجل التقريبية Vogel's Approximation Method التى

تعتبر فى واقع الأمر طريقة مساعدة لاحدى الطريقتين السابقتين فى حل مشاكل التوزيع ٠

وتعتبر مشكلة التوزيع حالة خاصة من حالات نموذج البرمجة الخطية ٠ وسوف نعرض الطريقة فى هذا الفصل بالصورة التى يمكن بها استيعاب الطرق الخاصة لحلها تاركين صياغتها فى صورة مشكلة برمجة خطية لنهاية الفصل ٠

٢ـ مشكلة نمطيـة :

تصور أحد شركات النسيج التى تمتلك ثلاثة مصانع تقع فى مراكز جغرافية مختلفة وذات طاقات انتاجية مختلفة ، وتنتج جميعا منتج نمطى كالآتى :

مصنع باكوس	٣٠٠	طن
مصنع فارسكور	٢٥٠	طن
مصنع المحلة الكبرى	٦٠٠	طن
اجمالى الطاقة	١١٥٠	طن

تصور أيضا أن هذه الشركة تقوم بتوزيع انتاجها فى أربعة مدن رئيسية كالآتى :

القاهـرة	٣٥٠	طن
الاسكندرية	٣٥٠	طن
أسـيوط	٢٠٠	طن
السويس	٢٥٠	طن

حيث يباع المنتج بنفس السعر فى كل الجهات ٠

وبفرض أن مصاريف النقل من المصدر (م) الى مركز التوزيع (ن) كانت كالآتى للطن بالجنيه :

مركز التوزيع	القاهرة	اسكندرية	اسيوط	السويس
المصدر: باكوس	٤	١	٦	٥
فارسكور	٣	٧	٢	٦
المحلة	٣	٣	٥	٤

وحيث أن سعر بيع المنتج واحد فى مراكز التوزيع المختلفة فانه يترتب على ذلك أن تخفيض تكاليف نقل المنتجات من مراكز الانتاج الى مراكز التوزيع يترتب عليه حتما زيادة الارباح بمقدار الانخفاض فى تكلفةالنقل • لاحظ أن أجمالى الطلب على المنتج فى مراكز التوزيع الاربعة يساوى اجمالى العرض الذى تسمح به حدود طاقة المصانع الثلاثة •

ولنفرض الآن أننا قمنا بتخصيص انتاج المصانع الثلاثةالى مراكزالتوزيع الاربعة كالآتى :

مـــن	الــــى	عدد الوحدات	تكلفة نقل الوحدة	تكلفــة النقــــل
باكوس	الاسكندرية	٣٠٠	١	٣٠٠
المحلة	الاسكندرية	٥٠	٣	١٥٠
المحلة	القاهـــرة	٣٥٠	٣	١٠٥٠
المحلة	الســويــس	٢٠٠	٤	٨٠٠
فارسكور	الســويــس	٥٠	٦	٣٠٠
فارسكور	أســــيوط	٢٠٠	٢	٤٠٠
المجمـــوع		١١٥٠		٣٠٠٠

ويؤدى ذلك الى الوفاء بكل الطلب مقابل تكلفةنقل قدرها ٣٠٠٠ جم •

ولنفرض الآن أننا قمنا بتخصيص انتاج المصانع الثلاثة الى مراكزالتوزيع وأرسلنا ٣٤٩ وحدة من المحلة الى القاهرة ثم أرسلنا ٢٠١ وحدة من المحلة الى السويس ووحدة واحدة من فارسكور الى القاهرة • وسيترتب على ذلك أن التوزيع والتكلفة تصبح كالآتى :

مـــن		عدد الوحدات	تكلفة نقل الوحدة	تكلفة النقـــــل
باكوس	الاسكندرية	٣٠٠	١	٣٠٠
المحلة	الاسكندرية	٥٠	٣	١٥٠
المحلة	القاهرة	٣٤٩	٣	١٠٤٧
المحلة	السويـــس	٢٠١	٤	٨٠٤
فارسكور	السويـــس	٤٩	٦	٢٩٤
فارسكور	أســــيوط	٢٠٠	٢	٤٠٠
فارسكور	القاهــــرة	١	٣	٣
المجمـــوع		١١٥٠		٢٩٩٨

ومن الواضح أنه قد يترتب على ذلك انخفاض تكلفة النقل بمقدار ٢جنيه نتيجة تحويل وحدة اضافية من المحلة الى السويس بدلا من ارسالها للقاهرة وارسال وحدة من فارسكور للقاهـــرة بدلا منها •

افترض الآن أننا غيرنا التوزيع كالآتي :

من	الى	عدد الوحدات	تكلفة نقل الوحدة	تكلفة النقل
باكوس	الاسكندرية	٣٠٠	١	٣٠٠
المحلة	الاسكندرية	٥٠	٣	١٥٠
المحلة	القاهرة	٣٠٠	٣	٩٠٠
المحلة	السويس	٢٥٠	٤	١٠٠٠
فارسكور	القاهرة	٥٠	٣	١٥٠
فارسكور	أسيوط	٢٠٠	٢	٤٠٠
المجموع		١١٥٠		٢٩٠٠

يترتب على ذلك انخفاض التكلفة بمقدار ٩٨ جنيه وهى تعادل النقص فى التكلفة المترتب على شحن ٤٩ وحدة من فارسكور الى القاهرة بدلا من شحنها من فارسكور الى السويس وشحن ٤٩ وحدة من المحلة الى السويس بدلا من شحنها الى القاهرة •

	جنيه
فشحن وحدة من فارسكور الى القاهرة يؤدى الى زيادة التكلفة بمقدار	٣
وكما يؤدى عدم شحن نفس الوحدة الى السويس الى نقص التكلفة بمقدار	(٦)
ولكن ذلك سيؤدى الى ضرورة ارسال وحدة من المحلة للسويس وتكلفتها	٤
ويؤدى عدم شحن نفس الوحدة الى القاهرة الى نقص التكلفة بمقدار	(٣)
فيكون الوفر فى التكاليف الذى يمكن تحقيقة من وراء ذلك	(٢)

وحيث أن عدد الوحدات التى يمكن تحويلها من فارسكور الى القاهرة بدلا من ارسالها للسويس هو ٤٩ وحدة فان اجمالى الوفورات فى التكلفة الناتج عن هذا التحويل يكون ٤٩ × ٢ = ٩٨ جنيه •

ولنحاول الآن وضع الخطوات التى اتخذناها فى صورة روتينية • •

٢ـ١ــ التوزيع الحكمى الأول وطريقة الحجر المتنقل :

سنحاول الآن التوصل الى التوزيع الأمثل لمصادر العرض المختلفة على مراكز الطلب المختلفة بحيث ينتج أقل التكاليف الممكنة عن طريق اتباع طريقة الحجر المتنقل • وفى أثناء

متابعتنا لخطوات الحل سنعرف لماذا سميت الطريقة بهذا الاسم ٠

الخطوة الأولى ـ وضع التوزيع فى صورة جدول واجراء التوزيع المبدئى :

دعنا نلخص البيانات المتعلقة بهذه المشكلة فى صورة جدول كالمبين بالجدول (٤ـ١) ٠

جدول (٤ـ١)

بيانات المشكلة

من \ الى	القاهرة	الاسكندرية	أسيوط	السويس	العرض
باكوس	٤ـ	١ـ	٦ـ	٥ـ	٣٠٠
فارسكور	٣ـ	٧ـ	٢ـ	٦ـ	٢٥٠
المحلة	٣ـ	٣ـ	٥ـ	٤ـ	٦٠٠
الطلب	٣٥٠	٣٥٠	٢٠٠	٢٥٠	١١٥٠

لاحظ أن كل صف من الصفوف يخص مصدر من مصادر العرض (المصانع المختلفة) وأن كل عمود من الاعمدة يخص مركز من مراكز الطلب (المدن المختلفة) ٠ لاحظ أيضا أن العمود الاخير يبين اجمالى الكميات المعروضة على حسب مصادرها ، وأن الصف الأخير يبين اجمالى الكميات المطلوبة على حسب حاجة مراكز الطلب المختلفة منها ٠ وأهم من ذلك كله لاحظ ضرورة تساوى العرض الاجمالى مع الطلب الاجمالى (مجموع الطلب = مجموع العرض = ١١٥٠ طن) ٠ وسنطلق على شرورة تساوى اجمالى العرض مع اجمالى الطلب :

شرط التوازن : ويجب أن يتحقق هذا الشرط فى أى مشكلة توزيع قبل اتخاذ أى خطوة أخرى كما سنرى فيما بعد ٠

لاحظ أن الجدول يخصص خلية (خانة) لاظهار العلاقة بين كل مصدر من مصادر العرض وكل مركز من مراكز الطالب ٠ هذا وقد قمنا باستغلال هذه الخلايا لاظهار تكلفة نقل الطن من مصدر العرض الى مقر الطلب (الارقام الظاهرة فى المربعات الصغرى فى

الركن الشمالى الشرقى لكل خلية) وذلك باشارة سالبة لأن التكلفةتعبر فى واقع الأمـــر عن أرباح سالبة ٠ أى أن زيادة التكلفة بماثل الانخفاض فى الارباح والعكس ٠ وذلك سوف يمكننا فى الواقع من استخدام نفس الروتين سواء كان الهدف هو خفض التكاليف أو زيـــادة الأربـــاح ٠

أما وقد نظمنا بياناتنا فى الجدول رقم (٤ـــ١)واتفقنا أن الصفوف تمثل مصـــادر العرض والاعمدة تمثل مقار الطلب ، وأن شرط التوازن متوفر ، وأن التكلفة (أو الاربـــاح) توضع فى مربعات صغرى فى الركن الشمالى الشرقى من كل خلية ، فاننا يمكن أن نبدأ فـــى توزيع الكميات المتاحة فى كل مصدر من مصادر العرض على مراكز الطلب المختلفة ٠ والواقع أنه يمكن اجراء هذا التوزيع المبدئى بأى طريقةتحلو لنا بشرط عدم الخروج على طاقة مصـــادر العرض المختلفة وعدم تخصيص أى كمية زائدة لأى مركز من مراكز الطلب ـــ بمعنى أن مجاميع الصفوف (فى عمود العرض) ومجاميع الأعمدة (فى صف الطلب) لابد وأن تظل كما هـــى بدون تغيير ٠

ولنفرض الآن أننا اتبعنا الروتين الآتى فى اجراء التوزيع المبدئى :

نبدأ من أقصى الشمال الشرقى للجدول ، ونحاول استيفاء حاجة مراكز الطلب أولا بأول ، وبحيث أن لانتخطى أى مركز من مراكز الطلب دون الوفاء باحتياجاته كاملـــة ، وبحيث أن لانتخطى أى مصدر من مصادر العرض دون أن نخصص امكانياته كاملة ٠

فمثلا اذا بدأنا بالقاهرة وباكوس ، نجد أن احتياجات القاهرة ٣٥٠ وحدة بينمـــا طاقة باكوس ٣٠٠ وحدة فنقوم بتخصيص طاقة باكوس كاملة الى القاهرة ٠ ولكن قبل أن ننتقل للوفاء باحتياجات الاسكندرية يجب أن نفى بباقى احتياجات القاهرة أولا (٥٠ وحدة)ويتم ذلك عن طريقة تخصيص ٥٠ وحدة من انتاج فارسكور (المصدر التالى فى الترتيب المبـــين فى الجدول) للقاهرة ٠ وقبل أن ننتقل الى المحلة يجب أن نقوم بتخصيص باقى طاقـــة فارسكور أولا ويتم ذلك عن طريق تخصيص ٢٠٠ وحدة الباقيةالى الاسكندرية ثم نستوفى باقى احتياجات اسكندرية من المحلة ٠٠٠ وهكذا ٠ وتسمى هذه الطريقة بطريقة الركن الشـــمالى الشرقى لاجراء التوزيع الحكمى الأول (أو التوزيع المبدئى) ٠

فاذا مااتبعنا هذه القواعد فيما يتعلق بالجدول (٤ـــ١) لحصلنا على الجـــــدول (٤ـــ٢) الآتى :

جدول (٤ ـ ٢)

التوزيع الحكمى الأول طبقا لطريقة الركن الشمالى الشرقى

من \ الى	القاهـرة	الاسكندرية	اسـيوط	السويس	العرض
باكـوس	٤ ٣٠٠	١	٦	٥	٣٠٠
فارسكور	٣ ٥٠	٧ ٢٠٠	٢	٦	٢٥٠
المحلة	٣	٣ ١٥٠	٥ ٢٠٠	٤ ٢٥٠	٦٠٠
الطلب	٣٥٠	٣٥٠	٢٠٠	٢٥٠	١١٥٠

ولنرمز لكل خلية فى الجدول بالرمز (س) ونحدد موقعها فيه عن طريق رقمين يبين الأول منها رقم الصف التى تقع فيه الخلية والثانى منها رقم العمود التى تقع فيه • فمثلا الخلية ($س_{٢٣}$) هى التى تقع فى الصف الثانى (فارسكور) والعمود الثالث (أسيوط) •

ولنرمز أيضا لتكلفة نقل الوحدة من أى مصدر عرض الى أى مركز طلب بالرمز (ت) ثم نحدد موقعها فى الخلية أيضا عن طريق رقمين يبين الأول رقم الصف والثانى رقم العمود • فمثلا ($ت_{٣٤}$) تمثل تكلفة النقل من المصدر فى الصف الثالث (المحلة) الى مقر الطلب فى العمود الرابع (السويس) • وفى هذه الحالة $ت_{٣٤}$ = ٤ جنيه •

ولنعود الى الجدول رقم (٤ ـ ٢) • فقد قمنا بتوزيع الكميات المتاحة فى مصادر العرض على مراكز الطلب المختلفة عن طريق ما سميناه بطريقة الركن الشمالى الشرقى • ولنحاول الآن احتساب تكلفة هذا البرنامج للتوزيع كالآتى :

من	الى	عدد الوحدات	تكلفة نقل الوحدة	تكلفة النقل
باكوس	القاهرة	٣٠٠	٤	١٢٠٠
فارسكور	القاهرة	٥٠	٣	١٥٠
فارسكور	الاسكندرية	٢٠٠	٧	١٤٠٠
المحلة	الاسكندرية	١٥٠	٣	٤٥٠
المحلة	اسيوط	٢٠٠	٥	١٠٠٠
المحلة	السويس	٢٥٠	٤	١٠٠٠
	المجموع	١١٥٠		٥٢٠٠

ولاشك أن هذا البرنامج يعتبر مكلف جدا بالنسبة للبرنامج الذى توصلنا اليه فى البند السابق عن طريق التوزيع المباشر والتى بلغت تكلفته ٢٩٠٠ جم .

الخطوة الثانية : تقويم الخلايا الغير مستغلة على طريقة الحجر المتنقل :

افترض أننا نرغب فى اختبار أثر نقل وحدة واحدة من باكوس الى الاسكندرية بدلا من نقلها الى القاهرة على تكلفة برنامج النقل السابق . فبنفس الطريقة التى توصلنا اليها فى أواخر البند السابق نقوم بالآتى :

(١) نقل وحدة من باكوس الى الاسكندرية يكلف ١ جم كما يترتب عليه نقص التكلفة بمقدار ٤ جنيه .

(٢) ولكن ذلك سيؤدى الى زيادة الكمية المرسلة الى الاسكندرية عن الكمية المرغوبة بمقدار وحدة واحدة . كما سيؤدى الى نقص الكمية المرسلة الى القاهرة عن الكمية المرغوبة بمقدار وحدة واحدة .

(٣) ولابد لتسوية هذه الاختلافات من وجود مصدر مشترك بين الاسكندرية والقاهرة والمصدر المشترك فى هذه الحالة هو فارسكور .

(٤) فاذا أرسلنا وحدة زيادة من فارسكور الى القاهرة (ليصبح عدد الوحدات ٥١) وخفضنا وحدة من الكميات المرسلة من فارسكور الى الاسكندرية (ليصبح عدد الوحدات ١٩٩) لترتب على ذلك توازن الطلب مع العرض فى كل أجزاء النموذج .

(٥) ولكن ارسال وحدة من فارسكور الى القاهرة يكلف ٣ جم ويترتب عليه نقص فى التكلفة بمقدار ٧ جم .

(٦) ويترتب على ذلك أن مجموع التغير فى التكلفة لهذا الروتين يكون :

+	وحدة من باكوس الى الاسكندرية	١ جم
—	وحدة من باكوس الى القاهرة	(٤)
+	وحدة من فارسكور الى القاهرة	٣
—	وحدة من فارسكور الى الاسكندرية	(٧)
	الخفض فى التكلفة (الزيادة فى الارباح)	(٧) جم

(٧) وتكون (٦) فى صورة جبرية كالآتى :

+ س١٢ يترتب عليها + ت٢١ = ١ جم
ــ س١١ يترتب عليها ــ ت١١ = ــ٤
+ س١٢ يترتب عليها + ت١٢ = ٣
ــ س٢٢ يترتب عليها ــ ت٢٢ = ــ٧

ت*٢١ = ــ٧ جم

(٨) أى أن المسار +ت٢١ ← ــ ت١١ ← +ت١٢ ← ــ ت٢٢ = ــ٧ جم .

وهو المسار الموضح فى الجدول (٤ــ٢) حيث يلاحظ وجود نوعين من الاسهم :

الاسهم المتصلة: وتعنى امكانية نقل وحدة من مصدر معين الى مقر طلب آخر بدلا من نقلها من نفس المصدر الى مقر الطلب الأول .

الاسهم المتقطعة: وتعنى ضرورة استيفاء النقص (أو الزيادة) فى الخلية على رأس السهم عن طريق زيادة (أو نقص) عدد الوحدات الموجودة فى الخلية على ذيل السهم . وبالتالى فلا يمكن نقل كميات من نفس المصدر الى خلايا مختلفة فى نفس العمود (لايمكن النقل من فارسكور الى باكوس مثلا أو بالعكس) .

(٩) وباتباع الطريقة المبية فى كل من (٦) أو (٧) يمكن تقويم باقى الخلايا الغير مستعملة فى الجدول كالآتى :

ت*٣١ = + ت٣١ ــ ت٣٣ + ت٢٣ ــ ت٢٢ + ت١٢ ــ ت١١

٦ ــ ٥ + ٣ ــ ٧ + ٣ ــ ٤ = ــ ٤ جم (نقص فى التكلفة)

لاحظ أنه لتقويم أحد الخلايا الغير مستغلة فان مسار التقويم لا يمكن أن يستخدم أى من الخلايا الغير مستغلة الاخرى . وتسمى الخلايا الغير مستغلة بالخلايا المائية بينما الخلايا المستغلة تعتبر بمثابة خلايا جافة (أو فيها أحجار يمكن الوقوف عليها ومن ثم سميت الطريقة بطريقة الحجر المتنقل) . ويلزم لتقويم أى خلية مائية استعمال الخلايا الجافة فقط عن طريق التنقل من خلية جافة الى أخرى (من حجر الى آخر) . ويترتب على ذلك أنه لايمكن أن يتم تقويم أى خلية مائية الا عن طريق اتباع مسار واحد فقط . لاحظ أيضا أن تغير الاتجاه فى المسار لايمكن أن يتم الا على شكل زاوية قائمة ، أى أن اتجاهات المسار يجب

أن تقتصر على الاتجاهات الافقية والرأسية فقط كوسيلة للربط بين أحد الخلايا المائيـــة وباقى الخلايا الحجرية ٠(ويلزم فى الواقع توافر شرط آخر لامكانية توافر مسار تقويم واحــد لكل خلية مائية وسنتناوله بالشرح فيما بعد) ولنعود الآن لتقويم باقى الخلايا المائية:

ت*٤١ = + ت٤١ − ت٤٣ + ت٢٣ − ت٢٢ + ت١٢ − ت١١

= ٥ − ٤ + ٣ − ٧ + ٣ − ٤ = − ٤ جم

ت*٣٢ = + ت٣٢ − ت٣٣ + ت٢٣ − ت٢٢

= ٢ − ٥ + ٣ − ٧ = − ٧ جم

ت*٤٢ = + ت٤٢ − ت٤٣ + ت٢٣ − ت٢٢

= + ٦ − ٤ + ٣ − ٧ = − ٢ جم

ت*١٣ = + ت١٣ − ت١٢ + ت٢٢ − ت٢٣

= + ٣ − ٣ + ٧ − ٣ = + ٤ جم

لاحظ أنه لامكانية وجود مسار واحد لتقويم الخلايا الغير مستغلة يجب أن يكون :

<u>عدد الخلايا المستغلة</u> = [(عدد الصفوف + عدد الاعمدة) − ١]

فاذا كان عدد الصفوف (م) وعدد الاعمدة (ن) فان عدد الخلايا المستغلة يجـــب أن يساوى (م + ن − ١)٠ ويسمى هذا الشرط بشرط عدم تحلل المشكلة أو عدم سيرها فـى حلقة مفرغة Non-degeneracy condition ٠ وسنتعرض له بتفصيل أكـــبر فيما بعد ٠ (المشكلةالحالية : عدد الصفوف ٣ وعدد الاعمدة ٤ والخلايا المستغلـــة عددها ٦)٠

<u>الخطوة الثالثة : تعديل التوزيع بنتائج تقويم الخلايا الغير مستعملة :</u>

لنعيد تصوير الجدول رقم (٤ـ٢) بحيث نظهر تقويم الخلايا الغير مستعملة كمـــا يظهر فى الجدول رقم (٤ـ٣)٠

ويلاحظ من الجدول أننا وضعنا تقويم الخلايا غير المستغلة فى دوائر فى الركـــن الجنوبى الغربى لكل خلية غير مستعملة ٠

جدول رقم (٤ ـ ٣)

التوزيع الحكمى الأول مع تقويم الخلايا الغير مستعملة

من \ الى	القاهرة	الاسكندرية	اسيوط	السويس	العرض
باكوس	[٤] ٣٠٠	[١] (-٧)	[٦] (-٤)	[٥] (-٤)	٣٠٠
فارسكور	[٣] ٥٠	[٧] ٢٠٠	[٢] (-٧)	[٦] (-٢)	٢٥٠
المحلة	[٣] (+٤)	[٣] ١٥٠	[٥] ٢٠٠	[٤] ٢٥٠	٦٠٠
الطلب	٣٥٠	٣٥٠	٢٠٠	٢٥٠	١١٥٠

ولا شك أننا كنا نهدف من تقويم الخلايا الغير مستعملة (الغير مستغلة) الى اختبار امكانية تحسين برنامج التوزيع بما يؤدى الى تحقيق وفورات فى التكاليف. فاذا ماعرفنا أن شرط عدم التحلل يلزمنا باستخدام خلية واحدة غير مستغلة فى الجولة الواحدة فانه يصبح من المفضل أن نختار من بين الخلايا الغير مستغلة تلك التى تحقق أكبر وفورات فى التكاليف (أى تلك التى تكون نتيجة تقويمها أكبر قيمة سالبة). وفى المثال تحت البحث نجد أن هناك خليتان هما $س_{١٢}$ ، $س_{٢٣}$ يؤدى استخدام كل منها الى نفس الخفض فى التكلفة لكل وحدة من الوحدات التى يمكن نقلها خلال هذه الخلية (ـ٧ لكل منهما). ولا شك أنه فى هذه الحالة يمكن اختيار أيهما . ولكن ماهو الحد الاقصى لعدد الوحدات التى يمكن نقلها خلال الخلية المختارة ؟

لنصنع مسار تقويم الخلية المختارة (اما $س_{١٢}$ أ ، $س_{٢٣}$) ثم الكميات الموجودة حاليا فى كل خلية من خلايا المسار كالآتى : (سنختار $س_{١٢}$):

مسار $س_{١٢}$ = $+س_{١٢} - س_{١١} + س_{٢١} - س_{٢٢}$

الكميات الموجودة = صفر ٣٠٠ ٥٠ ٢٠٠

لاحظ أن المسار لابد وأن يتكون من عدد زوجى من الخلايا (فى هذه الحالة ٤) وأن نصف هذا العدد تسبقه اشارة موجبة بينما النصف الآخر تسبقه اشارة سالبة . ويطلق على

الخلايا الموجبة فى المسار " الأركان الموجبة" كما يطلق على الخلايا السالبة" الاركان السالبة" .

ويتحدد الحد الاقصى للوحدات التى يمكن نقلها خلال الخلية الغير مستغلة والمرغوب استغلالها بأقل الوحدات الموجودة فى كل من الاركان السالبة (وهى فى هذه الحالة ٢٠٠ وحدة الموجودة فى الخلية $س_{٢٢}$) .

ويترتب على ذلك أن اعادة التوزيع يجب أن يكون كالآتى :

انقل ٢٠٠ وحدة من $س_{١١}$ الى $س_{٢١}$ ثم انقل ٢٠٠ وحدة من $س_{٢٢}$ الى $س_{١٢}$

واذا مانفذنا ذلك يصبح التوزيع الجديد كالمبين فى الجدول رقم (٤ ـ ٤) ويقتضى البرنامج الجديد كالآتى :

(١)	(٢)	التكلفة (١) × (٢)
$س_{١١}$ = ١٠٠	$ت_{١١}$ = ٤	٤٠٠
$س_{٢١}$ = ٢٠٠	$ت_{٢١}$ = ١	٢٠٠
$س_{١٢}$ = ٢٥٠	$ت_{١٢}$ = ٣	٧٥٠
$س_{٢٣}$ = ١٥٠	$ت_{٢٣}$ = ٣	٤٥٠
$س_{٣٣}$ = ٢٠٠	$ت_{٣٢}$ = ٥	١٠٠٠
$س_{٤٣}$ = ٢٥٠	$ت_{٤٣}$ = ٤	١٠٠٠
		٣٨٠٠ جم

جدول رقم (٤ ـ ٤)

جدول التوزيع الثانى

من \ الى	القاهرة	الاسكندرية	أسيوط	السويس	العرض
باكوس	-٤ ، ١٠٠	-١ ، ٢٠٠	-٦ ، +٣	-٥ ، +٣	٣٠٠
فارسكور	-٣ ، ٢٥٠	-٧ ، +٧	-٢ ، صفر	-٦ ، +٥	٢٥٠
المحلة	-٣ ، -٣	-٣ ، ١٥٠	-٥ ، ٢٠٠	-٤ ، ٢٥٠	٦٠٠
الطلب	٣٥٠	٣٥٠	٢٠٠	٢٥٠	١١٥٠

لاحظ أن الوفورات الناتجة من هذا التعديل والبالغ قدرها ١٤٠٠ جم تساوى عدد الوحدات المنقولة خلال الخلية $س_{٢١}$ مضروبا فى الوفر الناتج عن نقل وحدة واحدة خلال $س_{٢١}$ ، أى = ٢٠٠ × —٧ = —١٤٠٠ = التخفيض فى التكاليف .

الخطوة الرابعة : كرر الخطوات الثانية والثالثة الى أن تصل الى برنامج التوزيع الأمثل :

تتكرر كل من الخطوتين السابقتين حتى نصل الى نقطة يصبح فيها تقويم كل الخلايا الغير مستغلة أرقام موجبة بمعنى عدم امكانية تحقيق أى وفورات فى التكاليف باجراء أى تغيير فى برنامج النقل . فوجود رقم سالب يمثل تقويم أحد الخلايا الغير مستغلة يعنى أن استغلال هذه الخلية سوف يؤدى الى تحقيق خفض فى التكاليف يساوى هذا الرقم مضروبا فى عدد الوحدات التى يمكن أن يتم نقلها خلالها . أما وجود رقم موجب فى أى خلية غير مستغلة فيعنى أن استغلال هذه الخلية سيؤدى الى زيادة التكاليف بمقدار هذا الرقم مضروبا فى عدد الوحدات التى يتم نقلها خلالها .

ولنقوم الآن الخلايا الغير مستغلة فى الجدول (٤—٤) .

$ت^{*}_{٣١}$ = $ت_{٣١}$ — $ت_{٣٣}$ + $ت_{٢٣}$ + $ت_{٢١}$ = +٦ —٥ + ٣ —١ = + ٣ جم

$ت^{*}_{٤١}$ = $ت_{٤١}$ — $ت_{٤٣}$ + $ت_{٢٣}$ — $ت_{٢١}$ = ٥ — ٤ + ٣ —١ = + ٣ جم

$ت^{*}_{٢٢}$ = $ت_{٢٢}$ — $ت_{١٢}$ + $ت_{١١}$ — $ت_{٢١}$ = +٧ —٣+ ٤ —١ = + ٧ جم

$ت^{*}_{٣٢}$ = $ت_{٣٢}$ — $ت_{١٢}$ + $ت_{١١}$ — $ت_{٢١}$ + $ت_{٢٣}$ — $ت_{٣٣}$

= +٢ — ٣ + ٤ — ١ + ٣ — ٥ = صفر

$ت^{*}_{٤٢}$ = $ت_{٤٢}$ — $ت_{١٢}$ + $ت_{١١}$ — $ت_{٢١}$ + $ت_{٢٣}$ — $ت_{٤٣}$

= +٦ — ٣ + ٤ — ١ + ٣ — ٤ = + ٥ جم

$ت^{*}_{١٣}$ $ت_{١٣}$ — $ت_{٢٣}$ + $ت_{٢١}$ — $ت_{١١}$ = + ٣—٣+ ١—٤ = — ٣ جم

أى أن الخلية $س_{١٣}$ هى الوحيدة التى يمكن عن طريقها تحقيق وفورات فى التكاليف قدرها ثلاثة جنيهات لكل وحدة يمكن نقلها خلال هذه الخلية . هذا وقد أظهرنا تقويم

الخلايا الغير مستغلة في الجدول (٤ـ٤) أيضا • ومن فحص مسار الخلية $س_{٣١}$ نجد أن :

مسار $س_{٣١}$ = $+ س_{١٣} - س_{٢٣} + س_{٢١} - س_{١١}$

الكميات الموجودة صفر ١٥٠ ٢٠٠ ١٠٠

أن الحد الاقصى للوحدات التى يمكن نقلها خلالها هو ١٠٠ وحدة •
واذا ماعدلنا التوزيع المبين فى الجدول (٤ـ٤) على هذا الأساس لاصبح التوزيع التالى كما هو مبين فى الجدول (٤ـ٥)•

جدول رقم (٤ ـ ٥)

جدول التوزيع الثالث

من \ الى	القاهرة	الاسكندرية	أسيوط	السويس	العرض
باكوس	٤ـ (+٣)	١ـ ٣٠٠	٦ـ (+٣)	٥ـ (+٣)	٣٠٠
فارسكور	٣ـ ٢٥٠	٧ـ (+٤)	٢ـ (٣ـ)	١ـ (+٢)	٢٥٠
المحلة	٣ـ ١٠٠	٣ـ ٥٠	٥ـ ٢٠٠	٤ـ ٢٥٠	٦٠٠
الطلب	٣٥٠	٣٥٠	٢٠٠	٢٥٠	١١٥٠

وتبلغ تكلفة هذا البرنامج مايلى :

٣٠٠ × ١ = ٣٠٠ جم
٢٥٠ × ٣ = ٧٥٠
١٠٠ × ٣ = ٣٠٠
٥٠ × ٣ = ١٥٠
٢٠٠ × ٥ = ١٠٠٠
٢٥٠ × ٤ = ١٠٠٠

مجموع التكلفة = ٣٥٠٠ جم

وبذلك فقد حققنا وفورات فى التكلفة قدرها ٣٠٠ جم(١٠٠ × ـ٣) عن البرنامج السابق • كما يظهر الجدول أيضا تقويم الخلايا غيرالمستغلة ومنها نجد أن هـــذا التوزيع مازال غير أمثلا حيث تقويم $س_{٣٢}$ = ـ٣، ويعنى أن استغلالها يحقق وفـــورات فى التكاليف • وحيث أن مسارها كالآتى :

مسار $س_{٣٢}$ = + $س_{٣٢}$ — $س_{١٢}$ + $س_{١٣}$ — $س_{٣٣}$

الكميات صفر ٢٥٠ ١٠٠ ٢٠٠

فان الحد الاقصى للوحدات التى يمكن نقلها خلالها يكون ٢٠٠ وحدة(وبذلـــك تكون الوفورات المتوقعة هى (٢٠٠ × ـ٣) ٦٠٠ جم) •

وباعادة التوزيع بحيث يتم استغلال الخلية $س_{٣٢}$ يصبح التوزيع كما هو مبين فـــى الجدول (٤ ـ ٦) •

جدول رقم (٤ ـ ٦)

جدول التوزيـــــع الرابـــــــع

من / الى	القاهرة	الاسكندرية	أسيوط	السويس	العرض
باكوس	ـ٤ / (+٣)	ـ١ / ٣٠٠	ـ٦ / (+٦)	ـ٥ / (+٣)	٣٠٠
فارسكور	ـ٣ / ٥٠	ـ٧ / (+٤)	ـ٢ / ٢٠٠	ـ٦ / (+٢)	٢٥٠
المحلة	ـ٣ / ٣٠٠	ـ٣ / ٥٠	ـ٥ / (+٣)	ـ٤ / ٢٥٠	٦٠٠
الطلب	٣٥٠	٣٥٠	٢٠٠	٢٥٠	١١٥٠

ويتبين من تقويم الخلايا الغير مستغلة فى الجدول أن هذا هو التوزيع الأمثـــل للكميات الموجودة فى مصادر العرض الثلاثة على مراكز الطلب الأربعة، وذلك لعدم وجود أى قيمة سالبة لأى خليةغير مستغلة فى الجدول • ويعنى ذلك أن استغلال أى مـــن الخلايا الغير مستعملة يؤدى الى زيادة التكلفة• ويكون برنامج التوزيع الأمثل كالآتى :

من	الى	عدد الوحدات	تكلفة الوحدة	التكلفة الكلية
باكوس	الاسكندرية	٣٠٠	١	٣٠٠ جم
فارسكور	القاهرة	٥٠	٣	١٥٠
فارسكور	أسيوط	٢٠٠	٢	٤٠٠
المحلة	القاهرة	٣٠٠	٣	٩٠٠
المحلة	الاسكندرية	٥٠	٣	١٥٠
المحلة	السويس	٢٥٠	٤	١٠٠٠
اجمالى		١١٥٠		٢٩٠٠ جم

لاحظ أن هذا هو نفس التوزيع الذى توصلنا اليه فى البند ٢ . والفارق هنا أنه يمكننا التأكيد بأنه التوزيع الأمثل عن طريق النظر الى تقييم الخلايا غيرالمستغلة بينما يحتاج الأمر فى الحالة الأولى احتساب تكلفة كل برامج التوزيع الممكنة حتى نتمكن من الجزم بأن أحدها هو البرنامج الأمثل .

ملخص الخطوات المتبعة :

نلخص الخطوات التى اتبعناها فى استخدام قاعدة الركن الشمالى الشرقى للتوزيع المبدئى وطريقةالحجر المنقل لتقويم الخلايا غيرالمستغلة بصدد التوصل الى برنامج التوزيع الأمثل فيما يلى :

١ـ ضع بيانات المشكلة فى صورة مصفوفةتوزيع (جدول). وقد جرت العادة على تخصيص الصفوف لمصادر الكميات المرغوب توزيعها (العرض) وعلى تخصيص الاعمدة لغايات أو مقاصد هذا التوزيع (مقار الطلب أو مراكز الطلب). تأكد من توافر شرط التوازن : مجموع الصفوف = مجموع الاعمدة .

٢ـ قم باجراء التوزيع المبدئى الاول عن طريق اتباع قاعدة الركن الشمالى الشرقى .

٣ـ تأكد من أن المشكلة بعد اجراء هذا التوزيع غير متحللة وذلك عن طريق التأكد من صحة المعادلة : عدد الخلايا المستعملة = [عدد الصفوف + عدد الاعمدة ـ ١] (اذا لم يتوفر هذا الشرط فسوف نقوم بمعالجة ذلك فيما بعد).

٤ـ قم بايجاد قيمة كل الخلايا المائية (الخلايا الغير مستغلة) وذلك عن طريق تحديد مسار تقويم كل خلية على حدة واحتساب الوفورات فى التكاليف (الارقام السالبة) والزيادات فى التكاليف (الارقام الموجبة) التى تترتب على نقل وحدة واحدة خلال هذه الخلية ٠

٥ـ اختار من بين الخلايا المائية تلك التى تؤدى الى تحقيق أقصى الوفورات فى التكاليف (الخلية ذات أكبر قيمة سالبة) وفى حالة تساوى خليتين أو اكثر اختار من بينها تلك التى يمكن نقل أكبر عدد من الوحدات خلالها ـ كما يتبين من الخطوة التالية ٠ اذا كانت قيم كل الخلايا المائية موجبة فقد توصلت الى التوزيع الأمثل ٠

٦ـ احسب الحد الاقصى لعدد الوحدات التى يمكن نقلها خلال الخلية المختارة عن طريق تحديد الاركان الموجبة والاركان السالبة لمسار تقويم الخلية ـ ثم اختيار أقل الوحدات الموجودة كل من الاركان السالبة ـ ويمثل هذا العدد الحد الاقصى للوحدات التى يمكن نقلها خلال الخلية المختارة ٠

٧ـ قم بإعادة التوزيع على أساس الخلية المختارة ٠

٨ـ كرر الخطوات من ٣ الى ٨ الى أن تصل الى برنامج التوزيع الامثل ٠

٣ـ طريقة التوزيع المعدلة :

لا تختلف طريقة التوزيع المعدلة عن طريقة الحجر التنقل كثيرا ، الا أنها تؤدى الى روتين أكثر كفاءة فى تحديد أفضل الخلايا المائية الواجب استخدامها ٠ هذا وسنشرح طريقة التوزيع المعدلة عن طريق المثال السابق ٠

الخطوة الأولى : اعداد جدول التوزيع واجراء التوزيع الحكمى الأول :

كان جدول التوزيع الحكمى الأول فى المثال السابق كما يلى (جدول ٤ـ٧) :

جدول رقم (٤ ـ ٧)

التوزيع الحكمى الأول طبقا لقاعدة الركن الشمالى الشرقى

من / الى	القاهرة	الاسكندرية	اسيوط	السويس	العرض
باكوس	ـ٤ ٣٠٠	ـ١	ـ٦	ـ٥	٣٠٠
فارسكور	ـ٣ ٥٠	ـ٧ ٢٠٠	ـ٢	ـ٦	٢٥٠
المحلة	ـ٣	ـ٣ ١٥٠	ـ٥ ٢٠٠	ـ٤ ٢٥٠	٦٠٠
الطلب	٣٥٠	٣٥٠	٢٠٠	٢٥٠	١١٥٠

وتتميز طريقة التوزيع المعدلة بأنه عندما يتم تحديد التوزيع المبدئى (الحكمى الأول) يتم احتساب مقدار معين لكل صف ولكل عمود فى مصفوفة التوزيع ليتم استخدامها فى تقويم الخلايا المائية • فمثلا اذا رمزنا للصف بالرمز ص ، حيث $ص_{١}$ تعنى الصف الأول ، $ص_{٢}$ الصف الثانى •• وهكذا • واذا رمزنا العمود بالرمز ع حيث $ع_{١}$ تعنى العمود الاول ،، فان كل خلية لابد وأن تقع فى صف معين وعمود معين • وبذلك فاذا كانت :

$ص_{م}$ = القيمة المعطاه للصف م

$ع_{ن}$ = القيمة المعطاه للعمود ن

وكما سبق وعرفنا فان : $ت_{من}$ = تكلفة (أو ربح) نقل الوحدة خلال الخلية التى تقع فــى الصف م والعمود ن ، فاننا نقوم بتحديد قيمة كل من $ص_{م}$ ، $ع_{ن}$ من المعادلة الآتية :

$ص_{م}$ + $ع_{ن}$ = التكلفة (أو الربح) $ت_{من}$ الموجودة فى الخلية الحجرية $س_{من}$

لاحظ أنه لايمكن استخدام التكلفة فى الخلايا المائية لايجاد قيمة كل من $ص_{م}$ ، $ع_{ن}$ بل يجب أن يقتصر ذلك فقط على استخدام التكلفة الموجودة فى الخلايا الحجرية •

الخطوة الثانية : تحديد قيمة كل من $ص_{م}$ ، $ع_{ن}$:

فى المشكلة تحت البحث تكون العلاقات المحددة لقيمة كل من $ص_{م}$ ، $ع_{ن}$ كالآتى :

١- ص$_{1}$ + ع$_{1}$ = -٤ = ت$_{11}$

٢- ص$_{2}$ + ع$_{1}$ = -٣ = ت$_{12}$

٣- ص$_{2}$ + ع$_{2}$ = -٧ = ت$_{22}$

٤- ص$_{3}$ + ع$_{2}$ = -٣ = ت$_{23}$

٥- ص$_{3}$ + ع$_{3}$ = -٥ = ت$_{33}$

٦- ص$_{3}$ + ع$_{4}$ = -٤ = ت$_{43}$

لاحظ وجود ستة معادلات فى سبعة مجهولات هى : ص$_{1}$، ص$_{2}$ ، ص$_{3}$ ، ع$_{1}$، ع$_{2}$، ع$_{3}$ ، ع$_{4}$ • ويترتب على ذلك عدم امكانيةتحديد قيمة أى من المجهولات مالم تتحدد قيمة احداها خارج النموذج •

وسنفترض دائما أن قيمة ع$_{1}$ = صفر • ويترتب على ذلك مايلى :

١َ- ع$_{1}$ = صفر فرض
٢َ- ص$_{1}$ = ت$_{11}$ - ع$_{1}$ = -٤ - صفر = -٤ من (١) والفرض
٣َ- ص$_{2}$ = ت$_{12}$ - ع$_{1}$ = -٣ - صفر = -٣ من (٢) والفرض
٤َ- ع$_{2}$ = ت$_{22}$ - ص$_{2}$ = -٧ - (-٣) = -٤ من (٢) ، (٣)َ
٥َ- ص$_{3}$ = ت$_{23}$ - ع$_{2}$ = -٣ - (-٤) = ١ من (٤) ، (٤)َ
٦َ- ع$_{3}$ = ت$_{33}$ - ص$_{3}$ = -٥ - ١ = -٦ من (٥) ، (٥)َ
٧َ- ع$_{4}$ = ت$_{43}$ - ص$_{3}$ = -٤ - ١ = -٥ من (٦) ، (٥)َ

لاحظ أننا اقتصرنا فى ايجاد قيمة كل من ص$_{م}$ ، ع$_{ن}$ على استخدام التكاليف الخاصة بالخلايا المستغلة (أى الخلايا الحجرية) ويترتب على ذلك أن معادلةمثل ص$_{2}$ + ع$_{3}$ = ت$_{32}$ هى خلية مائيةوليست خلية حجرية •

هذا ويظهر جدول التوزيع الحكمى الأول بقيم كل من ص$_{م}$ ، ع$_{م}$ كالآتــــــــــى

(جدول ٤ - ٧ معدل) :

(جدول رقم ٤ـ٧ معدل)

التوزيع الحكمى الاول مع بيان قيمة كل من $ص_{م}$ ، $ع_{ن}$

من \ الى	$ع_{١}$ = صفر	$ع_{٢}$ = ـ٤	$ع_{٣}$ = ـ٦	$ع_{٤}$ = ـ٥	العرض
$ص_{١}$ = ـ٤	ـ٤ ٣٠٠	ـ١	ـ٦	ـ٥ ٠	٣٠٠
$ص_{٢}$ = ـ٣	ـ٣ ٥٠	ـ٧ ٢٠٠	ـ٢	ـ٦	٢٥٠
$ص_{٣}$ = ١	ـ٣	ـ٣ ١٥٠	ـ٥ ٢٠٠	ـ٤ ٢٥٠	٦٠٠
الطلب	٣٥٠	٣٥٠	٢٠٠	٢٥٠	١١٥٠

والواقع أنه ليس من الضرورى كتابة المعادلات السابقة لاحتساب قيمة كل من $ص_{م}$ ، $ع_{ن}$ حيث يمكن تحديدها ذهنيا بالمران •

الخطوة الثالثة : تقويم الخلايا المائية عن طريق استخدام قيم $ص_{م}$ ، $ع_{ن}$:

يتم تقويم الخلايا المائية عن طريق استخدام المعادلات الآتية :

$$ت^{*}_{من} = ص_{م} + ع_{ن} - ت_{من}$$

حيث $ت^{*}_{من}$ = القيمة المعطاه للخلية المائية $س_{من}$

لاحظ أننا نستخدم قيم $ص_{م}$ ، $ع_{ن}$ (التى يتم ايجادها عن طريق تكلفة الخلايا الحجرية) لايجاد قيمة الخلايا المائية وليس العكس •

وباتباع هذه المعادلة تكون قيم الخلايا المائية كالآتى :

$$ت^{*}_{٢١} = ص_{١} + ع_{٢} - ت_{٢١} = -٤ - ٤ + ١ = -٧ \longleftarrow$$

$$ت^{*}_{٣١} = ص_{١} + ع_{٣} - ت_{٣١} = -٤ - ٦ + ٦ = -٤$$

، ت$^{+}_{41}$ = ص$_{1}$ + ع$_{4}$ ـ ت$_{41}$ = ـ ٤ ـ ٥ + ٥ = ـ ٤

، ت$^{+}_{32}$ = ص$_{2}$ + ع$_{3}$ ـ ت$_{32}$ = ـ ٣ ـ ٦ + ٢ = ـ٧ ⟵

، ت$^{+}_{42}$ = ص$_{2}$ + ع$_{4}$ ـ ت$_{42}$ = ـ ٣ ـ ٥ + ٦ = ـ٢

، ت$^{+}_{13}$ = ص$_{3}$ + ع$_{1}$ ـ ت$_{13}$ = ١ + صفر + ٣ = + ٤

وبمقارنة هذا التقويم بما سبق أن توصلنا اليه فى نفس المرحلة باتباع طريقة الحجر المتنقل نجد أنه لاتوجد أى اختلافات على الاطلاق ،

<u>الخطوة الرابعة : تعديل التوزيع طبقا لتقويم الخلايا المائية :</u>

فى هذه الحالة ـ كما كان عليه الحال باتباع طريقة الحجر المتنقل ـ نجد أن لدينا خليتان يؤديان الى نفس الوفر فى التكلفة هما س$_{21}$ ، س$_{32}$ ومقداره ٧ جنيه لكل وحدة يتم نقلها خلال احدى هاتين الحالتين .واذا ماقارنا مسار الخليتين لوجدنا أن أقصى كمية يمكن نقلها فى أيهما هى ٢٠٠ وحدة وسنختار هنا س$_{32}$ (وكنا قد اخترنا س$_{21}$ سابقا) ،

ويكون التوزيع الجديد كما هو مبين فى الجدول الآتى (جدول ٤ـ٨)

(جدول ٤ ـ ٨)

التوزيع الثانى المعدل مع بيان قيمة كل من ص$_{ن}$ ، ع$_{م}$ الجديده

من \ الى	ع$_{1}$ = صفر	ع$_{2}$ = صفر	ع$_{3}$ = ١	ع$_{4}$ = ـ١	العرض
ص$_{1}$ = ـ٤	ـ٤ / ٣٠٠	ـ١	ـ٦	ـ٥	٣٠٠
ص$_{2}$ = ـ٣	ـ٣ / ٥٠	ـ٧	ـ٢ / ٢٠٠	ـ٦	٢٥٠
ص$_{3}$ = ـ٣	ـ٣	ـ٣ / ٣٥٠	ـ٥	ـ٤ / ٢٥٠	٦٠٠
الطلب	٣٥٠	٣٥٠	٢٠٠	٢٥٠	١١٥٠

وكما يتضح من الجدول أن التوزيع الجديد ترتب عليه انخفاض عدد الخلايا المستغلة الى خمسة خلايا ، مما يصبح معه من المستحيل ايجاد قيمة كل من $ص_م$ ، $ع_ن$ لكل م وكل ن (كما يترتب عليه أيضا عدم امكانية تقويم كل الخلايا الغير مستغلة طبقا لطريقة الحجر المتنقل) وتسمى المشكلة بهذه الحالة بالمشكلة المتحللة وذلك لأن شرط عدم التحلل أصبح غير مستوفى .

<u>الخطوة الخامسة : اختبار المشكلة للتحلل ومعالجة الوضع اذا اقتضى الأمر :</u>

وكل ما يلزمنا لمعالجة الوضع فى المشكلة المتحللة هو اضافة خلية أخرى للخلايا المستغلة حتى نتمكن من تقويم باقى الخلايا سواء كان ذلك التقويم يتم عن طريق اتباع طريقة التوزيع المعدلة ، أو طريقة الحجر المتنقل . ولنفرض أن أضفنا عدد صغير جدا من الوحدات ($\frac{1}{\quad}$ من الطن مثلا) لأحد الخلايا غير المستغلة بحيث لا يؤثر ذلك على شرط التوازن : بمعنى أن عدد الوحدات المضافة ضئيل جدا بحيث يترتب على اهماله عدم التأثير فى اجمالى الطلب أو العرض . ولنرمز لهذا الحجم الضئيل من الوحدات بالرمز (ε) ونضعه فى أحد الخلايا الغير مستغلة لتحويلها الى خلية مستغلة . (لاحظ أننا وضعنا هذا الرمز فى الخلية $س_{١٣}$) . يترتب على ذلك أن عدد الخلايا المستغلة أصبح مساويا لعدد الصفوف زائداً عدد الأعمدة ناقصا واحد . ومن ثم أصبح شرط عدم التحلل مستوفى .

والآن نتمكن من احتساب قيمة كل $ص_م$ وكل $ع_ن$ باستخدام تكاليف الخلايا المستغلة بما فيها خلية (ε) ، كما سبق فى الخطوة الثالثة . فمثلا :

$$ص_٣ = ت_{١٣} - ع_١ = -٣ - صفر = -٣$$
$$ع_٤ = ت_{٣٤} - ص_٣ = -٤ - (-٣) = -١$$

وهكذا لباقى الصفوف والاعمدة حتى نتوصل للقيم الموجودة فى الجدول .

<u>سادسا : تكرار الخطوات من الثالثة الى الخامسة حتى نصل الى الحل الأمثل :</u>

* تقتضى الخطوة الثالثة تقويم الخلايا الغير مستغلة عن طريق استخدام قيم $ص_م$ ، $ع_ن$ ، ويكون التقويم كالآتى :

$ت^+_{٢١}$ = $ص_١$ + $ع_٢$ − $ت_{٢١}$ = ـ٤ + صفر + ١ = ـ٣ ـــــ

$ت^+_{٣١}$ = $ص_١$ + $ع_٣$ − $ت_{٣١}$ = ـ٤ + ١ + ٦ = +٣

$ت^+_{٤١}$ = $ص_١$ + $ع_٤$ − $ت_{٤١}$ = ـ٤ ـ١ +٥ = صفر

$ت^+_{٢٢}$ = $ص_٢$ + $ع_٢$ − $ت_{٢٢}$ = ـ٣ ـ صفر + ٧ = +٤

$ت^+_{٤٢}$ = $ص_٢$ + $ع_٤$ − $ت_{٤٢}$ = ـ٣ ـ١ +٦ = +٢

$ت^+_{٢٣}$ = $ص_٣$ + $ع_٢$ − $ت_{٣٣}$ = ـ٣ + ١ +٥ = +٣

وبذلك تكون الخلية $س_{١٢}$ هى الوحيدة التى يترتب عليها وفورات فى التكاليف .

* وتتطلب الخطوة الرابعة تعديل التوزيع طبقا لنتيجة تقويم الخلايا المائية ويكون ذلك كما هو مبين فى الجدول التالى (جدول ٤ـ٩) .

(جدول ٤ـ٩)

التوزيع الثالث مع بيان قيمة كل من $ص_م$ ، $ع_ن$ الجديدة

من \ الى	$ع_١$ = صفر	$ع_٢$ = صفر	$ع_٣$ = ١	$ع_٤$ = ـ١	العرض
$ص_١$ = ـ١	ـ٤	ـ١ ، ٣٠٠	ـ٦	ـ٥	٣٠٠
$ص_٢$ = ـ٣	ـ٣ ، ٥٠	ـ٧	ـ٢ ، ٢٠٠	ـ٦	٢٥٠
$ص_٣$ = ـ٣	ـ٣ ، ٣٠٠	ـ٣ ، ٥٠	ـ٥	ـ٤ ، ٢٥٠	٦٠٠
الطلب	٣٥٠	٣٥٠	٢٠٠	٢٥٠	١١٥٠

* وتقتضى الخطوة الخامسة معالجة المشكلة للتخلل بعد اختبارها . وباجراء هـــذا الاختبار على الجدول (رقم ٤ ـ٩) نجد أن عدد الخلايا المستغلة ٦ وأن عـــدد الصفوف + عدد الاعمدة ـ ١ يساوى ٦ .وبذلك فالمشكلة أصبحت غير متحللة، كما أننـــا تخلصنا من (η) فى الخلية $س_{٣١}$ (حيث ٣٠٠ + η = وذلك لضآلة قيمة η) .

كما تقتضى هذه الخطوة حساب قيمة كل ص$_م$ وكل ع$_ن$ وقد قمنا بذلك كما هو مبين فـــى الجدول ٠

* وتقتضى الخطوة السادسة تكرار الخطوات من الثالثة الى الخامسة ٠

* وطبقا للخطوة الثالثة نقوم بتقويم الخلايا المائية ٠ ويكون ذلك كالآتى :

ت$^{+}_{١١}$ = ـ ص$_١$ + ع$_١$ ـ ت$_{١١}$ = ـ١ + صفر + ٤ = +٣
ت$^{+}_{٣١}$ = ص$_١$ + ع$_٣$ ـ ت$_{٣١}$ = ـ١ + ١ + ٦ = +٦
ت$^{+}_{٤١}$ = ص$_١$ + ع$_٤$ ـ ت$_{٤١}$ = ـ١ ـ١ + ٥ = +٣
ت$^{+}_{٢٢}$ = ص$_٢$ + ع$_٢$ ـ ت$_{٢٢}$ = ـ٣ + صفر + ٧ = +٤
ت$^{+}_{٤٢}$ = ص$_٢$ + ع$_٤$ ـ ت$_{٤٢}$ = ـ٣ ـ١ + ٦ = +٢
ت$^{+}_{٣٢}$ = ص$_٣$ + ع$_٢$ ـ ت$_{٣٢}$ = ـ٣ + ١ + ٥ = +٣

كل القيم موجبة يعنى التوزيع الامثل

ويعنى ذلك أن التوزيع المبين بالجدول (٤ــ٩) هو التوزيع الأمثل ٠

وهو نفس التوزيع الذى توصلنا اليه فى الجدول رقم (٤ــ٦) باتباع طريقة الحجر المتنقل ٠ كما أن تقويم الخلايا الغير مستغلة هو نفس التقويم الذي توصلنا اليه فى الجدول رقم (٤ــ٦) باتباع طريقة الحجر المتنقل أيضا ٠

٣ــ١ الطريقتين ومشكلة التحلل :

ويبدو لنا مما سبق أن كل من الطريقتين (طريقة الحجر المتنقل وطريقة التوزيـــع المعدلة) يؤدى الى نفس النتيجة ٠ غير أن طريقة التوزيع المعدلة تعتبر أكثر كفاءة فى تقويم الخلايا الغير مستغلة (الخلايا المائية) ٠ لاحظ أيضا أن مشكلة التحلل لم تنتج عـــن استخدام طريقة التوزيع المعدلة وانما نتجت من اختيارنا للخلية س$_{٢٣}$ بدلا من الخلية س$_{٤١}$ التى استخدمناها فى طريقة الحجر المتنقل ٠ وكلاهما يؤدى الى نفس الخفض فى التكلفة ، لاحظ أن مسار كل من الخليتين كان كالآتى :

مسار س٢١ = + س٢١ − س١١ + س١٢ − س٢٢
الكميات الموجودة = صفر ٣٠٠ ٥٠ ٢٠٠

مسار س٣٢ = س٣٢ − س٢٢ + س٢٣ − س٣٣
الكميات الموجودة = صفر ٢٠٠ ١٥٠ ٢٠٠

الاركان السالبة فى مسار س٢١ هى ٣٠٠ ، ٢٠٠ وأقلها ٢٠٠ ، يعنى ذلك أن نقل ٢٠٠ وحدة خلال س٢١ يؤدى الى :

مسار س٢١ بعد التعديل = + س٢١ − س١١ + س١٢ − س٢٢
الكميات الموجودة = ٢٠٠ ١٠٠ ٢٥٠ صفر

لاحظ أن مسار س٢١ يؤدى الى اخلاء خلية واحدة (س٢٢) مقابل شغل خلية أخرى (س٢١) .

أما الاركان السالبة فى مسار س٣٢ فهى ٢٠٠ ، ٢٠٠ وأقلها ٢٠٠ . ويعنى ذلك أن نقل ٢٠٠ وحدة خلال س٣٢ يؤدى الى :

مسار س٣٢ بعد التعديل = + س٣٢ − س٢٢ + س٢٣ − س٣٣
الكميات الموجودة = ٢٠٠ صفر ٣٥٠ صفر

ويعنى ذلك أن شغل س٣٢ يؤدى الى اخلاء خليتين هما س٢٢ ، س٣٣ (وهى الاركان السالبة) مقابل شغل خلية واحدة مما يؤدى الى نقص عدد الخلايا المستغلة وظهور مشكلة التحلل .

وبذلك فلو كنا اخترنا الخلية س٢١ بدلا من الخلية س٣٢ فى طريقة التوزيع المعدلة لما تحللت المشكلة . ولكن تحلل المشكلة كما سبق ورأينا لا يؤدى الى مشاكل عويصة ويمكن التغلب عليه بسهولة، وذلك فاذا أظهر تقويم الخلايا الغير مستغلة أن أكثر من واحدة منها تؤدى الى نفس الوفر فى التكلفة وأن احداها يؤدى الى تحلل المشكلة ولكنه فى نفس الوقت يسمح بنقل عدد أكبر من الوحدات عن الخلايا الاخرى التى يؤدى استخدامها الى عدم تحلل المشكلة ، فمن الافضل اختيار الأولى رغم ما ينتج عن ذلك من تحلل فى المشكلة يسهل علاجه (وبشرط وضع فى أقل الخلايا الغير مستغلة تكلفة وبحيث تكون هـــذه

الخلية لم يسبق استغلالها أبدا فى الجداول السابقة) حيث أن ذلك سيؤدى فى معظم الاحيان الى التوصل الى الحل الامثل فى عدد من الخطوات أقل •

لاحظ أيضا أن مشكلة التحلل قد ينتج عنها الحاجة الى شغل أكثر من خلية واحدة بكميات ضئيلة (ε) حتى يمكن التغلب على المشكلة • والواقع أنه ليس هناك أى ضرر أو أى تعقيد يمكن أن ينتج عن اضافة أى عدد من الخلايا (ε) بما يكفى لاعادة شرط عدم التحلل الى وضع الاستيفاء • ولكنه فى هذه الحالة يجب اختيار الخلايا المضافة حكميا بدقة حتى لا تسير المشكلة فى حلقة مفرغة، بمعنى أن كل خطوة تالية تؤدى الى اعادة الأمر الى ماكان عليه فى خطوات سابقة • فاذا حدث ذلك فيجب نقل (ε) الى خلية أخرى من الخلايا الغير مستغلة حتى نتفادى الدوران فى حلقة مفرغة (وتسمى المشكلة من هذا النوع a Cycling problem) •

٣ـ٢ـ عدم توافر شرط التوازن Unsatisfied Rim Conditions

افترض أن كل بيانات المشكلة السابقة كما هى فيما عدا أن الطلب على المنتج فى الجهات المختلفة كالآتى :

القاهــرة	٣٥٠	طن	كما هى
الاسكندرية	٣٥٠	طن	كما هى
أسـيوط	٢١٠	طن	بزيادة ١٠ طن
السويس	٢٦٠	طن	بزيادة ١٠ طن
	١١٧٠		

لاحظ أن مجموع الطلب أصبح يزيد عن مجموع العرض بمقدار ٢٠ وحدة وبالتالى فان شرط التوازن الذى يجب أن يتوفر فى مصفوفة التوزيع اصبح غير مستوفى • افترض الآن أننا تخيلنا مصنع وهمى (هـ$_1$) ليقوم بامداد مقدار ٢٠ وحدة واللازمة للوفاء بشرط التوازن • فيصبح التوزيع المبدئى طبقا لطريقة الركن الشمالى الشرقى كما هو مبين فى الجدول رقم (٤ـ١٠) •

لاحظ أن شرط عدم التحلل مستوفى • ولاحظ أننا اعتبرنا الصفر كتكلفة خلايا صف

(جدول ٤ ــ ١٠)

التوزيع المبدئى مع مصدر انتاج وهمى ومع قيمة كل من $ص_م$ ، $ع_ن$

من \ الى	$ع_1$ = صفر	$ع_2$ = ــ ٤	$ع_3$ = ــ ٦	$ع_4$ = ــ ٥	العرض
$ص_1$ = ــ ٤	[ــ ٤] ٣٠٠	[ــ ١]	[ــ ٦]	[ــ ٥]	٣٠٠
$ص_2$ = ــ ٣	[ــ ٣] ٥٠	[ــ ٧] ٢٠٠	[ــ ٢]	[ــ ٦]	٢٥٠
$ص_3$ = ١	[ــ ٣]	[ــ ٣] ١٥٠	[ــ ٥] ٢١٠	[ــ ٤] ٢٤٠	٦٠٠
$هـ_1$ = $ص_4$ = ٥	[٠]	[٠]	[٠]	[٠] ٢٠	٢٠
الطلب	٣٥٠	٣٥٠	٢١٠	٢٦٠	١١٧٠

مصدر الانتاج الوهمى وذلك لأنه لن يحدث ويتم نقل أى وحدات خلال هذا الصف فعلا • وبمعنى آخر فان التكلفة صفر لن تؤثر على اجمالى التكاليف لبرنامج التوزيع الأمثل •

هذا وقد قمنا باحتساب قيمة كل $ص_م$ ، $ع_ن$ كما بينا فيما سبق •

ويعالج الصف الوهمى معالجة أى صف حقيقى آخر حتى يتم التوصل الى برنامج التوزيع الامثل •

* فنقوم بتقويم الخلايا الغير مستغلة بما فيها خلايا الصف الوهمى الغير مستغل كالآتى :

$ت^*_{21} = ص_1 + ع_2 - ت_{21}$ = ــ ٤ ــ ٤ + ١ = ــ ٧ ⟵ *

$ت^*_{31} = ص_1 + ع_3 - ت_{31}$ = ــ ٤ ــ ٦ + ٦ = ــ ٤

$ت^*_{41} = ص_1 + ع_4 - ت_{41}$ = ــ ٤ ــ ٥ + ٥ = ــ ٤

$ت^*_{32} = ص_2 + ع_3 - ت_{32}$ = ــ ٣ ــ ٦ + ٢ = ــ ٧ ⟵ *

$ت^*_{42} = ص_2 + ع_4 - ت_{42}$ = ــ ٣ ــ ٥ + ٦ = ــ ٢

$ت^*_{13} = ص_3 + ع_1 - ت_{13}$ = ١ + صفر + ٣ = + ٤

، ت$^*_{١٤}$ = ص$_{٤}$ + ع$_{١}$ − ت$_{١٤}$ = ٥ + صفر − صفر = + ٥

، ت$^*_{٢٤}$ = ص$_{٤}$ + ع$_{٢}$ − ت$_{٢٤}$ = ٥ − ٤ − صفر = + ١

، ت$^*_{٣٤}$ = ص$_{٤}$ + ع$_{٣}$ − ت$_{٣٤}$ = ٥ − ٦ − صفر = − ٢

* وبأختيار س$_{١٢}$ يكون جدول التوزيع الثانى كما هو مبين فى الجدول (٤ـ١١)

(جدول ٤ ــ ١١)

التوزيع الثانى مع أحتساب قيمة كل ص$_{م}$ ، ع$_{ن}$ الجديدة

من \ الى	ع$_{١}$ = صفر	ع$_{٢}$ = ٣	ع$_{٣}$ = ١	ع$_{٤}$ = ٢	العرض
ص$_{١}$ = −٤	[−٤] ١٠٠	[−١] ٢٠٠	[−٦]	[−٥]	٣٠٠
ص$_{٢}$ = −٣	[−٣] ٢٥٠	[−٧]	[−٢]	[−٦]	٢٥٠
ص$_{٣}$ = −٦	[−٣]	[−٣] ١٥٠	[−٥] ٢١٠	[−٤] ٢٤٠	٦٠٠
هـ$_{١}$ = ص$_{٤}$ = −٣	[٠]	[٠]	[٠]	[٠] ٢٠	٢٠
الطلب	٣٥٠	٣٥٠	٢١٠	٢٦٠	١١٧٠

* ويكون تقويم الخلايا الغير مستعملة فى الجدول (٤ـ١١) كالآتى (شرط عدم التحلل متوفر) :

ت$^*_{٣١}$ = ص$_{١}$ + ع$_{٣}$ − ت$_{٣١}$ = −٤ + ١ + ٦ = + ٣

ت$^*_{٤١}$ = ص$_{١}$ + ع$_{٤}$ − ت$_{٤١}$ = −٤ + ٢ + ٥ = + ٣

ت$^*_{٢٢}$ = ص$_{٢}$ + ع$_{٢}$ − ت$_{٢٢}$ = −٣ + ٣ + ٧ = + ٧

ت$^*_{٣٢}$ = ص$_{٢}$ + ع$_{٣}$ − ت$_{٣٢}$ = −٣ + ١ + ٢ = صفر

$ت^{*}_{٤٢} = ص_{٢} + ع_{٤} - ت_{٤٢} = -٣ + ٢ + ٦ = +٥$

$ت^{*}_{١٣} = ص_{٣} + ع_{١} - ت_{١٣} = -٦ + صفر + ٣ = -٣$ ⟵ *

$ت^{*}_{١٤} = ص_{٤} + ع_{١} - ت_{١٤} = -٢ + صفر - صفر = -٢$

$ت^{*}_{٢٤} = ص_{٤} + ع_{٢} - ت_{٢٤} = -٢ + ٣ - صفر = +١$

$ت^{*}_{٣٤} = ص_{٤} + ع_{٣} - ت_{٣٤} = -٢ + ١ - صفر = -١$

* وباختيار $س_{١٣}$ يكون جدول التوزيع الثالث (٤ـ١٢).

جدول (٤ ـ ١٢)

التوزيع الثالث مع احتساب قيمة كل من $ص_{م}$ ، $ع_{ن}$ الجديدة

من \ الى	$ع_{١}$ = صفر	$ع_{٢}$ = صفر	$ع_{٣}$ = −٢	$ع_{٤}$ = −١	العرض
$ص_{١}$ = −١	[−٤]	[−١] ٣٠٠	[−٦]	[−٥]	٣٠٠
$ص_{٢}$ = −٣	[−٣] ٢٥٠	[−٧]	[−٢]	[−٦]	٢٥٠
$ص_{٣}$ = −٣	[−٣] ١٠٠	[−٣] ٥٠	[−٥] ٢١٠	[−٤] ٢٤٠	٦٠٠
$هـ_{١}$ = $ص_{٤}$ = ١	[٠]	[٠]	[٠]	[٠] ٢٠	٢٠
الطلب	٣٥٠	٣٥٠	٢١٠	٢٦٠	١١٧٠

* ويكون تقويم الخلايا الغير مستغلة فى الجدول (شرط عدم التحلل مستوفى) كالآتى :

$ت^{*}_{١١} = +٣$ $ت^{*}_{٢٢} = +٤$ $ت^{*}_{١٤} = +١$

$ت^{*}_{٢١} = +٢$ $ت^{*}_{٣٢} = -٣$ ⟵ $ت^{*}_{٢٤} = +١$

$ت^{*}_{٤١} = +٣$ $ت^{*}_{٤٢} = +٢$ $ت^{*}_{٣٤} = -١$

* وباختيار $س_{٣٢}$ يكون جدول التوزيع الرابع (٤ـ١٣) .

(جدول ٤ـ١٣)

التوزيع الرابع مع قيمة $ص_م$ ، $ع_ن$ الجديدة

من \ الى	$ع_١$ = صفر	$ع_٢$ = صفر	$ع_٣$ = +١	$ع_٤$ = ـ١	العرض
$ص_١$ = ـ١	ـ٤	ـ١ / ٣٠٠	ـ٦	ـ٥	٣٠٠
$ص_٢$ = ـ٣	ـ٣ / ٤٠	ـ٧	ـ٢ / ٢١٠	ـ٦	٢٥٠
$ص_٣$ = ـ٣	ـ٣ / ٣١٠	ـ٣ / ٥٠	ـ٥	ـ٤ / ٢٤٠	٦٠٠
$هـ_١$ = $ص_٤$ = ١	٠	٠	٠	٠ / ٢٠	٢٠
الطلب	٣٥٠	٣٥٠	٢١٠	٢٦٠	١١٧٠

* وحيث أن شرط عدم التحلل مستوفى ، فان تقويم الخلايا الغير مستغلة يكون كالآتى :

$ت^*_{١١}$ = +٣ $ت^*_{٢٢}$ = +٤ $ت^*_{١٤}$ = +١

$ت^*_{٣١}$ = +٦ $ت^*_{٤٢}$ = +٢ $ت^*_{٢٤}$ = +١

$ت^*_{٤١}$ = +٣ $ت^*_{٣٣}$ = +٣ $ت^*_{٣٤}$ = +٢

* وحيث أن قيم الخلايا الغير مستغلة كلها موجبة فان التوزيع المبين فى الجدول (٤ـ١٣) هو التوزيع الامثل ، ويقتضى أرسال :

			جـم	جـم
الى القاهرة :	٤٠	وحدة من فارسكور تكلفتها	١٢٠	
	٣١٠	وحدة من المحلة تكلفتها	٩٣٠	
المجموع	٣٥٠	= الطلب	ـــــ	١٠٥٠
الى الاسكندرية:	٣٠٠	وحدة من باكوس تكلفتها	٣٠٠	
	٥٠	وحدة من المحلة تكلفتها	١٥٠	
المجموع	٣٥٠	= الطلب	ـــــ	٤٥٠

			جنيه	جنيه
الى أسيوط :	٢١٠	وحدة من فارسكور تكلفتها	٤٢٠	
المجموع	٢١٠	= الطلب	ـــــ	٤٢٠
الى السويس:	٢٤٠	وحدة من المحلة تكلفتها	٩٦٠	
	(٢٠)	وحدة وهمية تكلفتها	صفر	
	٢٤٠	وحدة حقيقية أقل من الطلب بمقدار ٢٠ وحدة هي الوحدات الوهمية .	ـــــ	٩٦٠
اجمالي تكلفة برنامج التوزيع الامثل				٢٨٨٠

٣ـ٣ـ وجود محددات أخرى :

١ ـ يمكن أدخال أى محددات أخرى على نموذج مشكلة التوزيع بشرط تناسق هذه المحددات مع متطلبات الطريقة . فاذا كانت الشركة فى مثالنا السابق مثلا تلتزم بموجب عقد جزائى بتوريد كل الكميات المطلوبة فى السويس (٢٦٠ طن) والا التزمت بدفع غرامة معينة عن كل طن لا يتم توريده، فانه فى هذه الحالة يمكن أن نتخذ هذا الشرط فى الاعتبار عن طريق اعطاء تكلفة كبيرة جدا لنقل الطن من مصدر الانتاج الوهمى الى السويس. ويمكن فى الواقع اعتبار قيمة الغرامة للطن بمثابة تكلفة نقل طن وهمى (أى نقص الكميات المرسلة للسويس بمقدار طن حقيقى) من مصدر الانتاج الوهمى الى السويس. فمثلا اذا كانت الشركة ملزمة بغرامة قدرها ١٠٠ جم عن كل طن لا يتم توريده من الـ ٢٦٠ طن الى السويس فان تكلفة الخلية س$_{٤٤}$ فى الجداول الاربعة السابقة تصبح ت$_{٤٤}$ = ١٠٠ بدلا من صفر ويتم حل المشكلة على هذا الاساس . والواقع أنه فى هذه الحالة يمكن اتباع أحد طريقتين:

أ ـ الاولى تقتضى حل المشكلة دون التقيد بالمحددات الاضافية(دون أن نأخذ فى الاعتبار أن طلب السويس يجب أن يتم استيفائه بالكامل فى هذا المثال).ثم بعد ذلك نقيم الحل الامثل باضافة المحددات الاضافية . وينتج عن هذه الطريقة معلومات اضافية تساعد فى تقييم تكلفة المحددات الاضافية على برنامج التوزيع الامثل .

ب ـ الثانية تقتضى أن يتم تكوين نموذج المشكلة من البداية بحيث يأخذ فى الاعتبار كل المحددات. وينتج عن ذلك التوصل الى الحل الأمثل مباشرة والذى يفى بمقتضيات

كل المحددات (ففى المثال تحت البحث مثلا يتم اعتبار $ت_{٤٤}$ = ١٠٠ منذ الجدول الاول الذى يمثل التوزيع الحكمى الأول)٠

والواقع أن الطريقة الاولى ـ رغم احتياجها الى بعض الجهد الاضافى ـ تعتبر أفضل حيث تساعد البيانات الناتجة عنها فى تقويم التكلفة الاقتصادية للمحددات الاضافية المفروضة على المشكلة ٠

فبعد التوصل الى الحل الأمثل المبين فى الجدول (٤ـ١٣) دعنا نعتبر $ت_{٤٤}$ = ١٠٠ فيصبح الجدول (٤ـ١٣) المعدل بهذا التغيير كما يلى (جدول ٤ـ١٤)٠

) جدول ٤ـ١٤ (

التوزيع الرابع المعدل بتكلفة $ت_{٤٤}$ الجديدة وقيم كل $ص_م$ ، $ع_ن$ الملائمة

الى / من	$ع_١$ = صفر	$ع_٢$ = صفر	$ع_٣$ = ١	$ع_٤$ = ـ١	العرض
$ص_١$ = ـ١	-٤	-١ ؛ ٣٠٠	-٦	-٥	٣٠٠
$ص_٢$ = ـ٣	-٣ ؛ ٤٠	-٧	-٢ ؛ ٢١٠	-٦	٢٥٠
$ص_٣$ = ـ٣	-٣ ؛ ٣١٠	-٣ ؛ ٥٠	-٥	-٤ ؛ ٢٤٠	٦٠٠
$هـ_١ = ص_٤ - ٩٩$	٠	٠	٠	-١٠٠ ؛ ٢٠	٢٠
الطلب	٣٥٠	٣٥٠	٢١٠	٢٦٠	١١٧٠

وحيث أن شرط عدم التحلل مستوفى ، فان تقويم الخلايا الغير مستغلة فى الجدول يكون كالآتى :

$ت^{*}_{١١} = +٣$ ، $ت^{*}_{١٢} = +٤$ ، $ت^{*}_{١٤} = -٩٩$ ← *

$ت^{*}_{٣١} = +٣$ ، $ت^{*}_{٤٢} = +٢$ ، $ت^{*}_{٢٤} = -٩٩$

$ت^{*}_{٤١} = +٣$ ، $ت^{*}_{٣٣} = +٣$ ، $ت^{*}_{٣٤} = -٩٨$

وباختيار س٤١ يكون جدول التوزيع الخامس كالآتى : (جدول ٤ـ١٥)

جدول (٤ـ١٥)

التوزيع الخامس وقيم كل صم ، عن الملائمـــة

من \ الى	ع١ = صفر	ع٢ = صفر	ع٣ = ١	ع٤ = ـ١	العرض
ص١ = ـ١	ـ٤	ـ١ / ٣٠٠	ـ٦	ـ٥	٣٠٠
ص٢ = ـ٣	ـ٣ / ٤٠	ـ٧	ـ٢ / ٢١٠	ـ٦	٢٥٠
ص٣ = ـ٣	ـ٣ / ٢٩٠	ـ٣ / ٥٠	ـ٥	ـ٤ / ٢٦٠	٦٠٠
هـ١ = ص٤ = صفر	٠ / ٢٠	٠	٠	ـ١٠٠	٢٠
الطلب	٣٥٠	٣٥٠	٢١٠	٢٦٠	١١٧٠

وحيث أن شرط عدم التحلل مستوفى فان تقويم الخلايا الغير مستغلة فى الجدول يكـــون كالآتى :

ت*١١ = + ٣ ، ت*٢٢ = + ٤ ، ت*٢٤ = صفـــر

ت*٣١ = + ٦ ، ت*٤٢ = + ٢ ، ت*٣٤ = + ١

ت*٤١ = + ٣ ، ت*٣٣ = + ٣ ، ت*٢٤ = ٩٩

ويتبين من ذلك أن التوزيع المبين فى الجدول (٤ـ١٥) هو التوزيع الامثل فى ظل مقتضيات ضرورة الوفاء بطلب السويس بالكامل، وذلك عن طريق خفض الكميات المرسلة للقاهـــرة بمقدار ٢٠ وحدة. لاحظ أن وجود قيمة مساوية للصفر فى تقييم أحد الخلايا الغيرمستغلة يعنى امكان التوصل الى نفس الحل الامثل عن طريق استخدام هذه الخلية. وتكون تكلفـــة الحل الجديد (بعد أحتسابها) مساوية ٢٩٠٠ جم، أى بزيادة عن الحل السابق قدرها ٢٠ جم وهى كالآتى :

أرسال ٢٠ وحدة اضافية من المحلة للسويس يكلف ٢٠ × ٤ = ٨٠ جم
وعدم ارسال ٢٠ وحدة من المحلة للقاهرة يترتب عليه توفير ٢٠ × ٣ = ٦٠

الزيادة الصافية فى التكلفة نتيجة هذا التعديل ٢٠ جم .

لاحظ أننا توصلنا للحل الامثل مرتين ، المرة الأولى فى الجدول (٤ـ١٣) من غير قيد الوفاء بطلب السويس والمرة الثانية فى الجدول رقم (٤ـ١٥) بطلب السويس مستوفى ، وبالتالى تكون التكلفة الاقتصادية لشرط الوفاء بطلب السويس بالكامل = ٢٠ جم ، ومعنى ذلك أنه اذا كانت اجمالى الغرامة التى تتحملها الشركة لاتزيد عن ٢٠ جم (فى هذا المثال) اذا لم يتم استيفاء طلب السويس بالكامل فان من مصلحة الشركة عدم استيفائه ، أما اذا كانت الغرامة تزيد عن ٢٠ جم فان من مصلحة الشركة استيفاء الطلب بالكامل ، لاحظ أننا اذا اتبعنا الطريقة الثانية فتوصلنا الى الحل الامثل المبين فى الجدول رقم (٤ـ١٥) فقط دون التوصل الى الحل الامثل المبين فى الجدول رقم (٤ـ١٣) لما أمكننا تحديد التكلفة الاقتصادية للشرط الاضافى الذى يقضى بالوفاء بطلب السويس بالكامل .

٢ ـ وكمثال آخر للمحددات الأخرى التى يمكن أن نفرض على مشكلة التوزيع افترض البيانات الخاصة بالمثال السابق بعد تعديلها كالآتى :

طاقة المصانع الثلاثة مجتمعة	١٠٥٠ طن
طاقة التوزيع (النقل) الموجودة فى كل من :	
باكوس	٣٠٠ طن
فارسكور	٢٥٠ طن
المحلة	٦٠٠ طن
	١١٥٠
الطلب المتوقع فى مراكز التوزيع المختلفة :	
الاسكندرية	٣٠٠ طن
القاهرة	٣٥٠ طن
أسيوط	٢٠٠ طن
السويس	٢٥٠ طن
المجموع	١١٠٠

لاحظ في هذه الحالة أن (١) طاقة التوزيع تزيد عن طاقة الانتاج بمقدار ١٠٠ طن ٠
(٢) الطلب يزيد عن طاقة الانتاج بمقدار ٥٠ طن ويقل عن طاقة التوزيع بمقدار ٥٠ طن ٠

ومعنى ذلك أن (١) ٥٠ طن من اجمالي الطلب لن يتم استيفائها لعجز الطاقة الانتاجية ٠
(٢) ١٠٠ طن من طاقة التوزيع سوف تظل عاطلة وذلك لعجز الطاقة الانتاجية أيضا ٠

فاذا ما أضفنا مصدر انتاج وهمي ليقوم بانتاج ٥٠ وحدة وهمية لتغلبنا على المشكلة الاولى ٠ كما أننا اذا أضفنا مركز طلب وهمي ليمتص ١٠٠ وحدة توزيع وهمية لتغلبنا على المشكلة الثانية ويكون جدول بيانات المشكلة طبقا لذلك كالآتي :

جدول (٤ ـ ١٦)

جدول بيانات المشكلة

الى / من	القاهرة	الاسكندرية	أسيوط	السويس	وهمي	العرض
باكوس	ـ٤	ـ١	ـ٦	ـ٥	٠	٣٠٠
قارسكور	ـ٣	ـ٧	ـ٢	ـ٦	٠	٢٥٠
المحلة	ـ٣	ـ٣	ـ٥	ـ٤	٠	٦٠٠
وهمي	٠	٠	٠	٠	ـم	٥٠
الطلب	٣٠٠	٣٥٠	٢٠٠	٢٥٠	١٠٠	١٢٠٠

لاحظ أننا وضعنا تكلفة كبيرة جدا (ـ م) في الخلية $س_{٤٥}$ وذلك لالغاء احتمال توزيع أي وحدات وهمية على مراكز الطلب الوهمية ، كما أن مراكز الطلب الوهمي لابد وأن تستوفي طلبها من طاقة التوزيع الحقيقية ٠ وهذا ضروري لأن طاقة مركز الانتاج الوهمي غير موجودة أصلا ، كما أن مركز الطلب الوهمي غير موجود أصلا والغرض من اضافتها الى جدول المشكلة هو تمكيننا من ايجاد الحل الامثل في ظل الظروف المتوفرة ٠ فاذا ماسمحنا لمركز

الانتاج الوهمى بالوفاء بطلب مركز الطلب الوهمى لما تمكننا من تحديد برنامج الاستغلال الامثل لطاقة التوزيع الفعلية والتى تزيد عن طاقة الانتاج الفعلية بمقدار ١٠٠ وحدة (وليس ٥٠ وحدة) ٠

أما باقى الخلايا الوهمية فتكلفتها صفر لأنها لن تؤثر فى تكلفة برنامج الانتاج والتوزيع الأمثل ٠

ومتى تم وضع نموذج المشكلة فى الصورة الملائمة فان خطوات الحل لن تختلف عن الخطوات المبينة فيما سبق ٠ (للقارئ أن يقوم بحل هذه المشكلة بكل من طريقتى الحجر المتنقل وطريقة التوزيع المعدلة) ٠

٣ ـ ٤ ـ ملخص خطوات طريقة التوزيع المعدلة :

١ ـ قم باعداد جدول بيانات المشكلة ٠

٢ ـ قم باجراء التوزيع المبدئى (الحكمى الأول) أما طبقا لطريقة الركن الشمالى الشرقى السابق استخدامها أو طبقا لطريقة فوجل التقريبية كما سيرد شرحها فيما بعد .

٣ ـ حدد قيم الصفوف والاعمدة عن طريق المعادلتين الآتيتين :

$$ع_١ = صفر$$

$$ص_م + ع_ن = ت_{م ن}$$

٤ ـ قم بتقويم الخلايا المائية طبقا للمعادلة الآتية :

$$ت^*_{م ن} = ص_م + ع_ن - ت_{م ن}$$

حيث $ت_{م ن}$ = التكلفة أو الربح فى الخلية $س_{م ن}$

٥ ـ اذا كان تقويم كل الخلايا المائية موجب ـ فقد توصلت الى برنامج التوزيع الامثل ٠

٦ ـ اذا كان تقويم أحد أو بعض الخلايا المائية سالب فقم باختيار الخلية ذات أصغر قيمة سالبة جبريا ٠

٧ ـ حدد أقصى عدد من الوحدات يمكن أن يتم نقلها خلال هذه الخلية المختارة وذلك عن طريق تحديد مسار تقويمها واختيار أقل الاركان السالبة فى الخلية المختارة ٠

٨ـ أعد التوزيع بحيث تضع الكمية الموجودة فى أقل الاركان السالبة فى الخليـــة المختـــارة ٠

٩ـ كرر الخطوات من الثالثة الى الثامنة حتى يصبح تقويم كل الخلايا المائيـــة موجب فتكون قد توصلت الى التوزيـع الامثل ٠

هذا ويمكن التعبير عن قيم الخلايا المائية كالآتى :

١ـ وجود قيمة موجبة يعنى مقدار الزيادة فى التكلفة(أو الانخفاض فى الربح)لكل وحدة يتم نقلها (أو تخصيصها) خلال هذه الخلية(لهذه الخلية)، وذلك بعد اجراء كل التعديلات اللازمة فى بقية برنامج التوزيع (التخصيص)٠

٢ـ وجود قيمة سالبة يعنى مقدار النقص فـى التكلفة أو (الزيادة فى الاربـــاح) نتيجة نقل وحدة واحدة (تخصيص وحدة واحدة) خلال هذه الخلية(لهذه الخليـــة) وذلك بعـــد اجراء كل التعديلات اللازمة فى بقية برنامج التوزيع (التخصيص)٠

٣ـ اذا كانت قيمة أحد أو بعض الخلايا المائية تساوى صفر بينما قيمة باقى الخلايا المائية موجبة فان .معنى ذلك أنه يوجد أكثر من حل بديل يعطى نفس القيمة المثاليـــة للهدف وذلك باستخدام الخلية (أو الخلايا)التى تساوى قيمتها الصفر ٠

٤ـ طريقـة فوجـل التقريبيـة :

كانت القاعدة التى قمنا باتباعها حتى الآن لاجراء التوزيع الحكمى الاول (التوزيـع المبدئى) هى قاعدة الركن الشمالى الشرقى، والتى قد يترتب عليها فى الكثير من الاحيان ابتعاد التوزيع المبدئى عن التوزيع المثالى بدرجة كبيرة ٠ وبذلك فقد يتطلب الأمـــر زيادة عدد الخطوات التى يتم اتخاذها للتوصل الى التوزيع الأمثل اذا تم اجراء التوزيـــع المبدئى طبقا لقاعدة الركن الشمالى الشرقى ٠

وتعتبر طريقة فوجل التقريبية من الطرق الاكثر كفاءة للتوصل الى توزيع مبدئى يقـــرب كثيرا من التوزيع المثالـى ٠ وفى واقع الأمر تؤدى هذه الطريقة الى الحل الأمثل مباشـــرة لمعظم مشاكل التوزيع ٠ ولكنه فى بعض الأحيان قد يلزم استخدام أحد الطريقتين السابقتين

(الحجر المتنقل أو طريقة التوزيع المعدلة) للتوصل الى الحل الأمثل من التوزيع المبدئى الذى ينتج عن طريقة فوجل التقريبية ٠

هذا وسنقوم ببيان خطوات الطريقة عن طريق مثال تطبيقى ٠

افترض أن احدى الشركات تقوم بانتاج منتج نمطى واحد فى ثلاث مصانع تقع فى ثلاث جهات مختلفة ٠ وكان اجمالى الطاقة الانتاجية للمصانع الثلاثة مجتمعة ١٥٠٠ ٠ كما تقوم الشركة بتوزيع انتاجها من كل المصانع الثلاثة على أربعة أسواق مختلفة ٠ ويتم نقل المنتج من مصدر الانتاج الى مقر التوزيع فى كل من الاسواق الاربعة عن طريق متعهد نقل متخصص لكل مصدر من مصادر الانتاج ٠ وكانت طاقة التوزيع المتوفرة لدى متعهدى النقل الثلاثة كالآتى :

مقر المصنع	متعهد النقل	طاقة التوزيع بالوحدة	طاقة المصنع بالوحدة
أسوان	شركة عمر	٦٠٠	٥٠٠
السويس	شركة حسين	٧٠٠	٦٠٠
مطروح	شركة اللوجى	٤٠٠	٤٠٠
		١٧٠٠	١٥٠٠

وكان الطلب على المنتجات فى كل من الاسواق الاربعة كالآتى :

مقر السوق	الطلب الاجمالى بالوحدة
القاهرة	٤٥٠
الاسكندرية	٣٥٠
أسيوط	٢٠٠
التصدير	٦٠٠
الاجمالى	١٦٠٠

غير أنه لاختلاف المسافات بين مراكز الانتاج المختلفة فان الربح المباشر على الوحدة من المنتج فى الاسواق المختلفة يختلف طبقا لمصدر الانتاج الذى يتم نقل المنتج منه الى مقر السوق ٠ ويرجع ذلك الى سببين ، أولا : لاختلاف مصاريف النقل للوحدة

بين مراكز الانتاج ومراكز التوزيع ، وثانيا ، لاختلاف التكلفة المتغيرة للوحدة فى كـــل مصنع من المصانع الثلاثة عنها فى المصانع الأخرى ٠

ومن فحص حسابات التكاليف للشركة تبين أن الربح المباشر للوحدة (بعـــد استبعاد مصاريف النقل المتغيرة) كان كالآتى (بالجنيه) :

مقر الطلب :	القاهرة	الاسكندرية	أسـيوط	التصـدير
مقر المصنع : أسـوان	٤	٣	٥	٢
السويس	٧	٨	٦	٤
مطـروح	٣	٤	١	٣

هذا وتقتضى السياسة العامة للدولة الوفاء بطلب التصدير بالكامل ٠ والمرغوب هو ايجاد برنامج التوزيع الأمثل الذى يحقق أقصى قدر ممكن من الارباح فى ظل الظـروف والمحددات السابقة ٠

الخطوة الأولى : وضع بيانات المشكلة فى صورة جدول (مصفوفة) :

قبل أن نتمكن من وضع البيانات السابقة فى صورة جدول دعنا نحدد آثار كـل منها على مشكلة التوزيع بالتحديد ٠

ففيما يتعلق بطاقة التوزيع المتوفرة لدى متعهدى النقل فهى لاتمثل فى الواقـع أى حدود على المشكلة حيث تزيد الطاقة فى كل مركز من مراكز الانتاج أو تساوى الطاقة الانتاجية للمركز نفسه،ولما كانت مصاريف نقل الوحدة من كل مركز انتاج الى مقار الاسواق المختلفة قد تم اتخاذها فى الاعتبار عند تحديد الربح المباشر للوحدة فى كل سـوق من الاسواق ، فاننا يمكن أن نهمل كل من طاقة التوزيع ومصاريف النقل فى هذه الحالة ٠

أما فيما يتعلق بالطلب والعرض فنجد أن شرط التوازن غير متوفر ومن ثم يجـب اضافة مصدر انتاج وهمى لكى يفى بكمية وهمية تكفى لتحقيق شرط التوازن (١٠٠ وحدة) ٠

ولما كان من الضرورى الوفاء باحتياجات التصدير بالكامل ـ فاننا يمكن أن نحقق ذلك بأن نجعل الارباح المحققة فى الخلية التى تمثل تقاطع صف مصدر الانتاج الوهمى مع عمود التصدير ضئيلة جدا وذلك بحيث نضمن استيفاء طلب التصدير بالكامل من مصادر

الانتاج الحقيقية • ويمكن أن يتم ذلك كما سبق ورأينا أما منذ البداية أو بعد التوصل الي الحل الأمثل دون قيد التصدير كما سبق وبينا • هذا وسنضيف شرط الوفاء بطلب التصدير هنا منذ البداية •

وطبقا لذلك يكون جدول بيانات المشكلة كالآتى (جدول ٤ـ١٧) •

جدول (٤ـ١٧)

جدول بيانات المشكلة

من \ الى	القاهرة	الاسكندرية	أسيوط	التصدير	العرض
أسوان	٤	٣	٥	٢	٥٠٠
السويس	٧	٨	٦	٤	٦٠٠
مطروح	٣	٤	١	٣	٤٠٠
وهمى	١٠٠	١٠٠	١٠٠	٠	١٠٠
الطلب	٤٥٠	٣٥٠	٢٠٠	٦٠٠	١٦٠٠

لاحظ أننا وضعنا أرباح مباشرة قدرها ١٠٠ جنيه على كل وحدة من مصدر الانتاج الوهمى يتم تخصيصها لكل من القاهرة أو الاسكندرية أو أسيوط بالتساوى • كما اعتبرنا الارباح المباشرة على الوحدة الوهمية التى يتم تخصيصها للتصدير صفر حتى يتم استيفاء شرط التصدير • لاحظ أنه من المهم جدا أن تكون الارباح المحققة على الوحدة فى باقى خلايا الصف الوهمى متساوية (١٠٠ جنيه فى هذه الحالة) حتى لا يؤثر ذلك على برنامج التوزيع الامثل للانتاج الحقيقى على هذه الاسواق • فاذا جعلنا $ت_{٤١}$ = ١٠٠ بينما جعلنا كل من $ت_{٤٢}$ ، $ت_{٤٣}$ يساوى ٥٠ مثلا فسوف يترتب على ذلك تلقائيا تخصيص الانتاج الوهمى للقاهرة • بينما اذا تساوت الارباح المباشرة فى كل من $ت_{٤١}$ ، $ت_{٤٢}$ ، $ت_{٤٣}$ فان تخصيص الانتاج الوهمى سوف يتوقف على برنامج التخصيص

الأمثل للانتاج الحقيقى •

لاحظ أيضا أن الارباح المباشرةتظهر فى مربعات صغرى فى الركن الشمالى الشرقى لكل خلية باشارة موجبة •

هذا وسنقوم فيما يلى ببيان كيفيةاجراء التوزيع المبدئى طبقا لطريقة فوجل التقريبية •

الخطوةالثانية : قم باحتساب الفروق المطلقة بين أكبر عنصرين فى كل صف وكل عمود :

فمثلا اذا أخذنا الصف الأول يكون الفرق كالآتى :

أكبر رقم (يقع فى العمود الثالث) ٥
الرقم التالى له (يقع فى العمود الأول) ٤
الفرق ١

واذا أخذنا العمود الثانى:

اكبر رقم (يقع فى الصف الرابع) ١٠٠
الرقم التالى له (يقع فى الصف الثانى) ٨
الفرق ٩٢

وهكذا الى أن يتم احتساب الفروق المطلقة لكل الصفوف والاعمدة ثم نضع هذه الفروق على قمة كل صف والى يسار كل عمود كما هو مبين فى الجدول التالى (٤ــ١٨)

(جدول ٤ ــ ١٨)
جدول بيانات المشكلة مع بيان فروق طريقة فوجل التقريبية

	٩٣	٩٢	٩٤	١		
من / الى	القاهرة	الاسكندرية	أسيوط	التصدير	العرض	
اسوان	٤	٣	٥	٣	٥٠٠	١
السويس	٧	٨	٦	٤	٦٠٠	١
مطروح	٣	٤	١	٣	٤٠٠	١
وهمى	١٠٠	١٠٠	١٠٠	٠	١٠٠	٠
الطلب	٤٥٠	٣٥٠	٢٠٠	٦٠٠	١٦٠٠	

الخطوة الثالثة : اختار الصف والعمود الذى يحتوى على أكبر الفروق (المطلقة) :

وفى هذه الحالة يكون العمود الثالث (أسيوط) هو الذى يحتوى علــى أكبــر الفــروق (٩٤) ٠

الخطوة الرابعة : قم بتخصيص أكبر كمية ممكنة للخلية التى تشتمل على أكبر العناصر جبريا (اكبر الارباح أو أقل التكاليف):

وفى هذه الحالة تكون الخلية $س_{٤٣}$ هى الخلية المناسبة وتكون أكبر كمية يمكــــن استيفائها فى هذه الخلية هى ١٠٠ وحدة (طاقة مصدر الانتاج الوهمى)٠

الخطوة الخامسة : اشطب الصف أو العمود الذى يتم استيفاء احتياجاته بالكامل مـــن الخطوة السابقة :

وفى هذه الحالة نقوم بشطب (شطب خفيف حيث نحتاج للبيــانات فيما بعــد) الصف الرابــع ٠

الخطوة السادسة : أعد احتساب الفروق كما سبق فى الخطوة الثانية للصفوف والاعمدة الباقية، دون الصفوف أو الاعمدة المشطوبة :

وفى هذه الحالة نقوم باعادة احتساب الفروق لكل الصفوف والاعمدة دون الصــف الرابع وعلى اعتبار أنه كما لو كان غير موجود فى الجدول ٠

هذا ويظهر الجدول التالى (٤ـــ١٩) الخطوات من الثالثة الى السادسة ٠ لاحظ أننا شطبنا الصف الاخير بعلامة × فى كل خلاياه فيما عدا الخلية المستغلــــة ٠

جدول (٤ـــ١٩)
اتمام الجولة الأولى من خطوات طريقة فوجل التقريبيـــة

من / الى	القاهرة	الاسكندرية	أسيوط	التصدير	العرض	
	٣ ~~٩٣~~	٤ ~~٩٣~~	١ ~~٩٤~~	١		
اسوان	٤	٣	٥	٣	٥٠٠	١
السويس	٧	٨	٦	٤	٦٠٠	١
مطــروح	٣	٤	١	٣	٤٠٠	١
وهمـى	١٠٠ ×	١٠٠ ×	١٠٠ ١٠٠	٠ ×	١٠٠	~~—~~ ×
الطلب	٤٥٠	٣٥٠	٢٠٠	٦٠٠	١٦٠٠	

الخطوة السابعة : كرر الخطوات من الثالثة الى السادسة حتى يتم تخصيص كل الكميات المتوفرة :

* وطبقا للخطوة الثالثة ، نختار العمود الثانى ٠
* وتخصص ٣٥٠ وحدة من السويس الى الاسكندرية فى الخلية س٢ ٢ طبقا للخطوة الرابعة ٠
* ويترتب على ذلك استيفاء احتياجات الاسكندرية فنقوم بشطب العمود الثانى طبقا للخطوة الخامسة ٠
* وتتطلب الخطوة السادسة اعادة احتساب الفروق ٠
* وتظهر هذه الخطوات كما هو مبين فى الجدول (٤ ـ ٢٠)٠

جدول (٤ ـ ٢٠)

اتمام الجولة الثانية من خطوات طريقة فوجل التقريبية

من \ الى	القاهرة	الاسكندرية	أسيوط	التصدير	العرض	
	٣	٢ ×	١	١		
اسوان	٤	٣ ×	٥	٣	٥٠٠	١
السويس	٧	٨ ٣٥٠	٦	٤	٦٠٠	١
مطروح	٣	٤ ×	١	٣	٤٠٠	٢ صفر
وهمى	١٠٠ ×	١٠٠ ×	١٠٠ ١٠٠	٠ ×	١٠٠	×
الطلب	٤٥٠	٣٥٠	٢٠٠	٦٠٠	١٢٠٠	

وبالنظر فى الجدول نجد أن العمود الأول يحتوى على أكبر الفروق ٠

ومن ثم نقوم بتكرار الخطوات السابقة حتى يتم التوزيع كما هو مبين فى الجدول التالى (جدول ٤ ـ ٢١) ٠

جدول (٤ـ٢١)

التوزيع الحكمى الأول طبقا لطريقة فوجل التقريبية

مع احتساب قيم $ص_م$ ، $ع_ن$.

من \ الى	$ع_١$ = صفر	$ع_٢$ = ١	$ع_٣$ = ١	$ع_٤$ = ـ١	العرض
$ص_١$ = ٤	[٤] ٢٠٠	[٣]	[٥] ١٠٠	[٣] ٢٠٠	٥٠٠
$ص_٢$ = ٧	[٧] ٢٥٠	[٨] ٣٥٠	[٦]	[٤]	٦٠٠
$ص_٣$ = ٤	[٣]	[٤]	[١]	[٣] ٤٠٠	٤٠٠
هـ = $ص_٤$ = ٩٩	[١٠٠]	[١٠٠]	[١٠٠] ١٠٠	[٠] ٠	١٠٠
الطلب	٤٥٠	٣٥٠	٢٠٠	٦٠٠	١٦٠٠

ثم نتبع اما طريقة الحجر المتنقل أو طريقة التوزيع المعدلة لتقويم الخلايا الغير مستغلة . وسنقوم هنا باتباع طريقة التوزيع المعدلة . وقد تم احتساب قيم $ص_م$ ، $ع_ن$ ومن ثم يكون تقويم الخلايا الغير مستغلة كالآتى :

$ت^*_{٢١}$ = + ٢ $ت^*_{١٣}$ = + ١ $ت^*_{١٤}$ = ـ١ ⟵ *

$ت^*_{٣٢}$ = + ٢ $ت^*_{٢٣}$ = + ١ $ت^*_{٢٤}$ = صفر

$ت^*_{٤٢}$ = + ٢ $ت^*_{٣٣}$ = + ٤ $ت^*_{٤٤}$ = + ٩٨ .

لاحظ أن $ت_{من}$ هنا تشير الى الارباح المباشرة وليست رمزا للتكلفة كما سبق فى المشاكل السابقة . ولاحظ أيضا أن قواعد طريقة التوزيع المعدلة لاتتغير . بصرف النظر عن كون المشكلة تهدف الى تحقيق أقصى قدر من الارباح أو التوصل الى أدنى حد للتكلفة فوجود قيمة سالبة لأى خلية مائية يعنى امكانية زيادة الارباح (أو خفض التكلفة) اذا ماتم استغلال هذه الخلية .

لاحظ أيضا أنه اذا تم استخدام طريقة الحجر المتنقل لتقويم الخلايا الغيرمستغلة فان اشارات التقويم سوف تكون عكسية للاشارات التى يتم الحصول عليها باستخدام طريقة التوزيع المعدلة اذا كان الهدف هو تعظيم الأرباح . وبذلك فطبقا لطريقة الحجـــر المتنقل تكون الخلية المائية ذات أعلى قيمة موجبة هى الواجبة الاستغلال اذا كانـــت المشكلة تهدف الى تحقيق أقصى قدر ممكن من الارباح . وبذلك فتقويم الخلايا الغـــير مستغلة طبقا لطريقة الحجر المتنقل لهذه المشكلة تكون كالآتى :

ت*٢١ = ت٢١ ـ ت١١ + ت١٢ ـ ت٢٢ = ٣ـ٤ + ٧ـ٨ = ـ٢

ت*٣٢ = ت٣٢ ـ ت١٢ + ت١١ ـ ت٣١ = ٦ـ٧ + ٤ـ٥ = ـ٢

ت*٤٢ = ت٤٢ ـ ت١٢ + ت١١ ـ ت٤١ = ٤ـ٧ + ٤ـ٣ = ـ٢

ت*١٣ = ت١٣ ـ ت٤٣ + ت٤١ ـ ت١١ = ٣ـ٣ + ٣ـ٤ = ـ١

ت*٢٣ = ت٢٣ ـ ت٤٣ + ت٤١ ـ ت١١ + ت١٢ ـ ت٢٢

= ٤ـ٣ + ٣ـ٤ + ٧ـ٨ = ـ١

ت*٣٣ = ت٣٣ ـ ت٤٣ + ت٤١ ـ ت٣١ = ١ـ٣ + ٣ـ٥ = ـ٤

ت*١٤ = ت١٤ ـ ت٣٤ + ت٣١ ـ ت١١ = ١٠٠ـ١٠٠ + ٥ـ٤ = +١ ←*

ت*٢٤ = ت٢٤ ـ ت٣٤ + ت٣١ ـ ت١١ + ت١٢ ـ ت٢٢

= ١٠٠ـ١٠٠ + ٥ـ٤ + ٧ـ٨ = صفر

ت*٤٤ = ت٤٤ ـ ت٤١ + ت٣١ ـ ت٣٤ = ٠ـ٣ + ٥ ـ ١٠٠ = ـ٩٨

وباستغلال الخلية س١٤ يكون التوزيع المعدل كما هو مبين بالجدول (٤ـ٢٢) .

(جدول ٤ـ٢٢)

التوزيع الثانى المعدل واحتساب قيمة كل من صم ، عن الجديدة

من \ الى	ع١ = صفر	ع٢ = ١	ع٣ = ١	ع٤ = ـ١	العرض
ص١ = ٤	[٤] ١٠٠	[٣]	[٥] ٢٠٠	[٣] ٢٠٠	٥٠٠
ص٢ = ٧	[٧] ٢٥٠	[٨] ٣٥٠	[٦]	[٤]	٦٠٠
ص٣ = ٤	[٣]	[٤]	[١]	[٣] ٤٠٠	٤٠٠
ص٤ = ١٠٠	[١٠٠] ١٠٠	[١٠٠]	[١٠٠]	[٠]	١٠٠
الطلـــب	٤٥٠	٣٥٠	٢٠٠	٦٠٠	١٦٠٠

ويكون تقويم الخلايا الغير مستغلة كالآتــى :

ت*٢١ = +٢ ت*١٣ = +١ ت*٢٤ = +١

ت*٣٢ = +٢ ت*٢٣ = +١ ت*٣٣ = +١

ت*٤٢ = +٢ ت*٣٣ = +٤ ت*٤٤ = +٩٩

ومن ثم يصبح برنامج التوزيع المبين فى الجدول (٤ــ٢٣) التوزيع الامثل والـذى يترتب عليه تحقيق أرباح قدرها ٧٧٥٠٠ جم • لاحظ أننا توصلنا اليه فى خطوة واحـــدة بعد اجراء التوزيع المبدئى على أساس طريقة فوجل التقريبية (للقارى أن يقوم بحـــــل المشكلة على أساس اجراء التوزيع المبدئى طبقا لطريقة الركن الشمالى الشرقى ويقارن عـــدد الخطوات • وعلى القارى أن يلاحظ أيضا أن التوزيع المبدئى طبقا لطريقة فوجل يمكـــن اجرائه بدوراته المتعددة على جدول واحد دون الحاجة الى تصوير جداول جديدة لكل دورة جديدة)•

٥ ــ النموذج الرياضى لمشكلة التوزيع :

تعتبر مشكلة التوزيع حالة خاصة من نموذج البرمجة الخطية • وبذلك فيمكن التوصل الى الحل الامثل لمشاكل التوزيع عن طريق استخدام اسلوب السمبلكس The Sim-plex method بطريقة مباشرة • غير أنه لما للمشكلة من خصائص مميزة فانها تجعل استخدام طريقة السمبلكس أكثر تكلفة عن بعض الطرق الحسابية التى تم تصميمها خصيصـــا لحل مشاكل التوزيع • ولن نتعرض فى هذا البند الى هذه الطرق الخاصة حيث نتركهـــا الى بحث مقبل • وسنختتم هذا الفصل بوضع نموذج البرمجة الخطية لمشكلـــة التـــوزيـــع ذات البعدين Transportation Problems with two Dimen-sions وذات الثلاثة أبعاد •

٥ــ١ــ النموذج الرياضى (البرمجة الخطية) لمشكلة التوزيع ذات البعدين :

فلنفرض أن ع‌ا ر تمثل كمية المنتج المتوفرة فى مركز ر ، ولنفرض أن ع‌ب و تمثل كمية المنتج المطلوبة فى مقر التوزيع و ، وحيث ر = ١، ٢، ٣، ••• م، و = ١، ٢، ٣، ••• ن وبالتـــالى

فشرط التوازن الذى سبق أن تعرضنا له يقتضى أن :

$$\sum_{\text{ر}=1}^{\text{م}} \text{ا}_{\text{ر}} = \sum_{\text{و}=1}^{\text{ن}} \text{ب}_{\text{و}} \qquad (1)$$

ولند ع $\text{س}_{\text{رو}}$ تمثل الكمية من المنتج التى يتم نقلها من مصدر الانتاج ر الى مقر الطلب و وبذلك فيلزم أن يكون اجمالى الكميات المشحونة لمقار الطلب المختلفة من مصدر انتاج معين مساويا لطاقة هذا المصدر ، وهذا يعنى أن :

$$\sum_{\text{ر}=1}^{\text{م}} \text{س}_{\text{رو}} = \text{ب}_{\text{و}} \text{ ، } \text{ب}_{\text{و}} > \text{صفر ، ر = ١، ...، ن} \qquad (2)$$

$$\sum_{\text{و}=1}^{\text{ن}} \text{س}_{\text{رو}} = \text{ا}_{\text{ر}} \text{ ، } \text{ا}_{\text{ر}} > \text{صفر، ر = ١، ...، م} \qquad (3)$$

ولند ع $\text{ت}_{\text{رو}}$ تمثل تكلفة شحن الوحدة من مقر الانتاج ر الى مقر الطلب و ، وبذلك يكون الهدف هو ايجاد الحد الأدنى للدالة :

$$\text{ت} = \sum_{\text{ر، و}} \text{ت}_{\text{رو}} \, \text{س}_{\text{رو}} \qquad (4)$$

وباحلال قيمة $\text{ا}_{\text{ر}}$ ، $\text{ب}_{\text{و}}$ من (٢)، (٣) فى (١) نجد أن تحقق (١) شرط ضرورى وكافى لتحقق كل من ٢ ، ٣ حيث :

$$\sum_{\text{ر}=1}^{\text{م}} \sum_{\text{و}=1}^{\text{ن}} \text{س}_{\text{رو}} = \sum_{\text{ر}=1}^{\text{م}} \text{ا}_{\text{ر}} \quad \text{من (١)، (٣)،} \qquad (5)$$

$$\sum_{\text{ر}=1}^{\text{م}} \sum_{\text{و}=1}^{\text{ن}} \text{س}_{\text{رو}} = \sum_{\text{و}=1}^{\text{ن}} \text{ب}_{\text{و}} \quad \text{من (١)، (٢)} \qquad (6)$$

وحيث أن الطرف الايمن لكل من (٥) ، (٦) مشترك فان تحقق (١) يعتبر شرط ضرورى وكافى لتحقق (٢)، (٣) .

ويتكون نموذج البرمجة الخطية لمشكلة التوزيع ذات البعدين من المعادلات من (١) الى (٤) ، حيث تمثل المعادلة (٤) دالة الهدف ، (١) ، (٢)، (٣) محددات المشكلة الموضوعة . لاحظ أن المحددات متساويات مما يلزم معها فى حالة مشاكل البرمجة الخطية العادية اضافة متغيرات وهمية لتكوين مصفوفة الوحدة اللازمة للحل الاساسى الاول ، ولكنه لما لمشكلة التوزيع من خصائص مميزة فان الحل الاساسى الأول يمكن أن يتكون من المتغيرات الحقيقية وذلك بالضرورة حيث من الخصائص الهامة لمشكلة التوزيع أنه لن يحدث على الاطلاق ويحتوى الحل الأمثل على عدد من المتغيرات الحقيقة يزيد عن م + ن — ١ . وذلك بالضرورة حيث من الخصائص الهامة لمشكلة التوزيع أن (م + ن —١) يمثل الحد الأدنى للمتغيرات اللازمة لعدم تحلل المشكلة . كما أن من الخصائص الهامة لمشكلة التوزيع أن معاملات كل المتغيرات فى أى حل أساسى تكون الوحدة (غالبا ماتكون موجبة ولكن هذا لايمنع كونها سالبة) وبالتالى يمكن اختيار (م + ن — ١) منها التمثل الحل الأساسى الأول .

ونوضح فيما يلى نموذج البرمجة الخطية المفصل لمشكلة توزيع ذات مصدرين للانتاج وأربعة مراكز للطلب .

أوجد الحل الأدنى : $\text{ت}_{11}\text{س}_{11} + \text{ت}_{21}\text{س}_{21} + \text{ت}_{31}\text{س}_{31} + \text{ت}_{41}\text{س}_{41}$
$+ \text{ت}_{12}\text{س}_{12} + \text{ت}_{22}\text{س}_{22} + \text{ت}_{32}\text{س}_{32} + \text{ت}_{42}\text{س}_{42} = \text{ت}^{*}$

فى ظل :

$$\begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \text{س}_{11} \\ \text{س}_{21} \\ \text{س}_{31} \\ \text{س}_{41} \\ \text{س}_{12} \\ \text{س}_{22} \\ \text{س}_{32} \\ \text{س}_{42} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \text{أ}_{1} \\ \text{أ}_{2} \\ \text{ب}_{1} \\ \text{ب}_{2} \\ \text{ب}_{3} \\ \text{ب}_{4} \end{bmatrix} \qquad (1)$$

(٢) كل $س_{رو}$ ≥ صفر لكل ر وكل و ، كل $س_{رو}$ > صفر قيم صحيحة .

٥ـ٢ـ نموذج البرمجة الخطية لمشكلة التوزيع ذات الثلاث أبعاد :

ويتخذ النموذج العام لمشكلة التوزيع ذات الثلاث أبعاد الشكل الآتى :

د ع : $ا_ر$ = كمية الانتاج المتوفرة فى مركز الانتاج ر ، ر = ١ ، ٢ ، ... ، م

$ب_و$ = كمية الطلب على الانتاج فى مقر الطلب و ، و = ١ ، ٢ ، ... ، ن

$د_هـ$ = طاقة التخزين المتاحة فى المخزن الوسيط هـ ، هـ = ١ ، ٢ ، ... ، ى

$س_{روهـ}$ = عدد الوحدات المنقولة من مصدر الانتاج ر الى مقر الطلب و عن طريق مركز التخزين هـ .

$ت_{روهـ}$ = تكلفة نقل الوحدة من مصدر الانتاج ر الى مقر الطلب وعن طريق مركز التخزين هـ . وبذلك يكون شرط التوازن كالآتى :

$$\sum_{ر=1}^{م} ا_ر = \sum_{و=1}^{ن} ب_و = \sum_{هـ=1}^{ى} د_هـ$$

وتكون دالة الهدف كالآتى :

أوجد قيم صحيحة $س_{روهـ}$ بحيث يتحقق :

الحد الادنى للدالة : $ت^* = \sum_{ر=1}^{م} \sum_{و=1}^{ن} \sum_{هـ=1}^{ى} ت_{روهـ} س_{روهـ}$

<u>فى ظل</u> : $\sum_{ر=1}^{م} \sum_{و=1}^{ن} س_{روهـ} = د_هـ$

$$\sum_{و=1}^{ن} \sum_{هـ=1}^{ى} س_{روهـ} = ا_ر$$

$$\sum_{ر=1}^{م} \sum_{هـ=1}^{ى} س_{روهـ} = ب_و$$

وتعتبر مشاكل التوزيع ذات الثلاث أبعاد فى الحياة العملية من حجم كبـــــير يجعل تكلفة التوصل الى الحل الأمثل لها عن طريق اتباع طريقة السمبلكس باهظة . وقد حدى ذلك بالبعض الى ابتكار طرق تقريبية لحل مشكلة التوزيع من هذا الحجـــــم هذا ولا يتسع المجال هنا للتعرض لهذه المشكلة بالتفصيل .

أسئلة وتماريـــن الفصـــل الرابع

أولا : الأسئلـــة:

السؤال الأول : علق باختصـــار كل مما يأتــى :

١ ـ يلزم أن يتم تقييم الخلايا غير المشتغلة (الطائفة) باستخدام الخلايا المستغلة دون غيرها ·

٢ ـ تحدد كل خلية مستغلة القيمة المعطاه لصف واحد أو لعمود واحد وليـــــس لكلاهما فى طريقة التوزيع المعدلة ·

٣ ـ تمثل كل خلية من الخلايا فى جدول التوزيع متغير من المتغيرات يكون المرغـــوب تحديد قيمته ويلزم أن تكون معاملات جميع المتغيرات مساوية للوحدة ·

٤ ـ يلزم أن يكون مسار تقييم كل خلية من الخلايا غير المستغلة مكونا من عدد زوجى من الخلايا تكون احداها الخلية المرغوب تقييمها ·

٥ ـ تتحلل مشكلة التوزيع اذا كان عدد الخلايا المستغلة يقل عن عدد الصفوف زائـدا عدد الأعمدة ناقصا الوحدة ·

٦ ـ لا يلزم أن يتوافر شرط التوازن فى المشكلة الأصلية ويلزم توفيره حتى يمكن حل المشكلة

السؤال الثاني : برر خطأ أو صواب كل مما يأتى :

١ ـ يلزم لعدم تحلل مشكلة التوزيع أن تقل عدد الخلايا غير المستغلة عن الخــــلايـا المستغلة بخلية واحدة على الأقل ·

٢ ـ تفضل طريقة الركن الشمالى الشرقى على طريقة الحجر المتنقل فى تقويم الخلايا غير المستغلة ·

٣ ـ يكون التوزيع الحكمى الأولى هو التوزيع الأمثل فى ظل طريقة فوجل التقريبية ·

٤ ـ تمثل القيمة المعطاه لكل خلية من الخلايا غير المستغلة التكلفة البديلـة لاستغلال الخلايا المستغلة فى مسارها بدلا منها ·

٥ ـ يؤدى عدم توافر شرط عدم التحلل الى عدم التمكن من تقييم أى من الخلايا غـــير المستغلـــة ·

٦ ـ تتفوق طريقة التوزيع المعدلة على طريقة الحجر المتنقل فى خفض تكاليف النقل ·

٧ — لايلزم تقييم الخلايا غير المستغلة فى طريقة فوجل التقريبية .

٨— تعتبر طريقة فوجل التقريبية أكفأ الطرق لحل مشكلة التوزيع .

٩ — يكون عدد المتغيرات فى مشكلة التوزيع مساويا (م × ن) ويكون عدد القيود مساويا (م + ن — ١) .

١٠— تؤدى زيادة الطلب عن العرض الى ضرورة تحلل مشكلة التوزيع .

ثانيا : التمارين :

التمرين الأول :

فى كل من المشاكل التالية قم باجراء التوزيع المبدئى بقاعدة الركن الشمالى الشرقى ثم قم بتحديد تكلفة النقل أو أرباح التوزيع المثالية مرة باستخدام طريقة الحجر المتنقل ومرة باستخدام طريقة التوزيع المعدلة .

المشكلة الأولى : المصانع

	الاول	الثانى	الثالث	احتياجات المراكز
	تكلفة النقل للوحدة			
مراكز التوزيع الأول	٢	٤	٧	٥٠٠
الثانى	٥	٢	٨	٣٠٠
الثالث	٣	٦	٤	٧٠٠
طاقة المصانع	٤٠٠	٣٠٠	٨٠٠	

المشكلة الثانية : المخازن المركزية

	الأول	الثانى	الثالث	احتياجات المنافذ
	الربح المباشر على الوحدة			
منافذ التوزيع : الاول	٦	٤	٧	٣٥٠
الثانى	٤	٦	٢	٤٠٠
الثالث	٣	٥	٣	٢٥٠
الرابع	٥	٣	٥	٦٥٠
طاقة المخازن	٧٥٠	٤٥٠	٦٠٠	

المشكلة الثالثة : منافذ التوزيع

	الاول	الثانى	الثالث	طاقة المصانع
	تكلفة النقل للوحدة			
المصانع : الاول	٢	٥	٦	٦٠٠
الثانى	٣	٤	٥	٤٠٠
الثالث	٥	٣	٧	٣٥٠
الرابع	٤	٢	١	٤٥٠
احتياجات المنافذ	٤٥٠	٧٥٠	٨٠٠	

التمرين الثاني :

(١) فى كل من المشاكل الثلاثة فى التمرين الأول قم باجراء التوزيع الحكمى الأول بطريقة فوجل التقريبية ، ثم قم بتقييم الخلايا غير المستغلة مرة بطريقة الحجر المتنقل ومرة بطريقة التوزيع المعدلة ٠

(٢) قم بصياغة نموذج البرمجة الخطية الملائم لكل مشكلة منها ٠

التمرين الثالث :

تمتلك احدى الشركات ثلاثة مصانع تقع فى مدن مختلفة ، كما تقوم بتوزيع انتاجها من خلال خمس منافذ توزيع يتم تلبية طلباتها من أربعة مخازن ٠

وفيما يلى بيانات تكلفة النقل من المصانع الى المخازن المركزية وطاقة كل منها وكذلك بيانات تكلفة النقل من المخازن لمنافذ التوزيع والطلب المقدر فى كل منفذ من المنافذ :

	المخزن ١	٢	٣	٤	طاقة المصنع
المصنع ١	٣	٥	٨	٢	٧٠٠
٢	٧	٦	٤	٥	٥٠٠
٣	٥	٣	٦	٧	٧٠٠
طاقة المخزن	٣٠٠	٢٥٠	٤٠٠	٦٥٠	

	المنفذ ١	٢	٣	٤	٥
المخزن ١	٤	١	٣	٥	٦
٢	٢	٣	٤	٣	٢
٣	٧	٢	١	٥	٤
٤	٣	٥	٤	٣	٧
الطلب فى المنفذ	٣٠٠	١٥٠	٣٥٠	٢٥٠	٥٠٠

المطلوب : (١) تحديد أقل تكلفة نقل من المصانع للمخازن المركزية مع اجراء التوزيع الحكمى الأول بقاعدة الركن الشمالى الشرقى وتقييم الخلايا بطريقة الحجر المتنقل ٠

(٢) كالمطلوب الأول فيما عدا أن تقييم الخلايا يتم بطريقة التوزيع المعدلة ٠

(٣) تحديد تكلفة النقل المثالية من المخازن لمنافذ التوزيع باستخدام طريقة التوزيع المعدلة مع قاعدة الركن الشمالى الشرقى ٠

(٤) كالمطلوب الثالث فيما عدا أن التوزيع الحكمى الاول يتم بطريقة فوجل التقريبية ٠

(٥) قم برسم خريطة التوزيع الشبكى من المصانع الى منافذ التوزيع مارا بمراكـز التخزين ، ثم حدد تكلفة نقل الوحدة فى كل مسار ٠ قم بعد ذلك بحل المشكلة كمشكلة توزيع من المصانع لمنافذ التوزيع مباشرة ٠ هل يختلف الحل عما توصلت اليـه سابقا ؟ ولماذا ؟

(٦) قم بصياغة نماذج البرمجة الخطية الملائمة لكل ماتقـدم ٠

الفصل الخامس
في
البرمجة العددية وطريقة السمبلكس الثنائية

١ - مقدمة :

يعتبر شرط قابلية جميع المتغيرات للتجزئة من أهم الشروط التى تنطوى عليها افتراضات نموذج البرمجة الخطية ، سواء فيما يتعلق بمعايير اختبار الأمكانية أوما يتعلق بمعايير اختيار المثالية لكل من الحلول الأساسية • غير أن مشاكل التطبيق فى الحياة العملية كثيرا ماتنطوى على ظروف تجعل تحقق شرط القابلية للتجزئة مستحيلا عملا • فلا يمكن لشركة فيلبس مثلا أن تقوم بانتاج ٢/٥ ٣٢١٥ جهاز تليفزيون ٢٦ بوصة ، و ١/٧ ٢١١٣ جهاز ٢٠ بوصة • كما أنه لايمكن تخصيص ٣/٤ ١ رجل من رجال البيع لمنطقة معينة وتخصيص ٣/٥ رجل لمنطقة أخرى • كما قد تقتضى المشكلة موضوع الدراسة الاختيار من بين عدد من بدائل المشروعات المتاحة للاستثمار والتى لايمكن قبول أيها أو بعضها بصفة جزئية • وفى مثل هذه المشاكل وغيرها تكون شروط تطبيق نموذج البرمجة الخطية متوفرة فيما عدا شرط القابلية للتجزئة ، حيث يلزم أن تتخذ المتغيرات أو بعضها قيما صحيحه موجبة (غير كسرية) •

واذا كانت المشكلة تقبل الصياغة فى صورة نموذج برمجة خطية فيما عدا أن المتغيرات أو بعضها يلزم أن تتخذ قيما صحيحه موجبة فتصبح المشكلة مشكلة برمجة عددية • وعلى ذلك فمشكلة البرمجة العددية هى فى الحقيقة مشكلة برمجة خطية فقدت صفة الخطية لوجوب التخلى عن شرط القابلية للتجزئة بضرورة اتخاذ المتغيرات أوبعضها لقيما غير كسرية • وقد تكون مشكلة البرمجة العددية مشكلة مختلطة ، بمعنى أنه يلزم أن تتخذ بعض المتغيرات قيما غير كسرية بينما البعض الآخر يمكن أن يتخذ قيما كسرية ، أو تكون مشكلة برمجة عددية صرفة ، بمعنى أنه يلزم أن تتخذ كل المتغيرات قيما غير كسرية •

وسواء كانت مشكلة البرمجة العددية مختلطة أو صرفة فان اسلوب حلها يبدأ

بالتوصيل الى حل النموذج كنموذج برمجة خطية عادى • فاذا كان الحل الامثـــل الناتج عن ذلك يؤدى الى الوفاء بشرط عدم اتخاذ المتغيرات المرغوبة لقيما كسرية انتهى الأمر عند هذا الحد • أما اذا لم يتحقق هذا الشرط فعندئذ يبدأ البحث فى تحقيقه بأى من عدد معروف من الطرق ، والتى يلزم فى كل منها ضرورة الالتجاء الى طريقــة السمبلكس الثنائية Dual Simplex Algorithm •

وسوف نتعرض فى هذا الفصل الى البرمجة العددية واستخداماتها فـى صـورة مبسطة ويلزم لسهولة استيعاب ذلك أن نتعرض أولا لطريقة السمبلكس الثنائية •

٢ ـ طريقة السمبلكس الثنائية :

ابتكر ليمكن C.E.Lemke [١] هذه الطريقة فى رسالة الدكتوراه الخاصة به سنة ١٩٥٣ ، ثم نشرها بعد ذلك فى مقاله سنة ١٩٥٤ [٢] • ولا تخرج الطريقة عن كونها مبدول لطريقة السمبلكس العادية بحيث تبدأ بتوفير الامكانية بحثا عن المثالية ، بينمـا الطريقة العادية تبدأ بالبحث عن المثالية فى ظل الحفاظ على الامكانية • ولتوضيـــح الطريقة نفترض المثال التالى :

عظم : $٥س_١ + ١٦س_٢$ (١)

فى ظل $٣س_١ + ٢س_٢ \leqslant ١٨٠$ (٢ـ١)

$س_١ + ٣س_٢ \geqslant ٢٨٠$ (٢ـ٢) (٢)

$س_١ \leqslant ٢٠$ (٢ـ٣)

$س_١ ، س_٢ \geqslant$ صفــر (٣)

لاحظ أن اشارة القيد (٢ـ٣) هى عكس الاشارات النمطية لمشكلة التعظيـــم ،

---

(١) لعرض وافى لطريقة ليمكى انظر- A.Charnes, W.W. Cooper, Management Models and Industrial Applications of Linear Programming, Vol. II, (New York: John Wiley, 1961) pp.477-491.

(٢) C.E.Lemke, "The Dual Method of Solving the Linear Programming Problem" Naval Research Logistics Quarterly, 1954) Vol.1, pp.36-47.

والتحويل القيد الى متساوية يلزم طرح متغير زائد • ويترتب على ذلك أن قيمة المتغير الزائد فى الحل الأساسى الأول تصبح سالبة ، خارجة بذلك على شرط عدم السالبية، بمعنى أن الحل الأساسى الأول يصبح غير ممكنا • وقد دفعنا ذلك الى اللجوء الى المتغيرات الوهمية للخروج من هذا المأزق (سمبلكس التدنية) كما نتذكر فى الفصول السابقة • والواقع أن طريقة السمبلكس الثنائية تعفينا من الحاجة الى استخدام المتغيرات الوهمية • فاذا أضفنا المتغيرات العاطلة للقيدين الأول والثانى وطرحنا المتغير الزائد من القيد الثالث لظهر الحل الأساسى الأول كما فى الجدول التالى •

ونلاحظ أن قيمة س٥ سالبة = —٢٠ فى هذا الحل ، وبالتالى يصبح هذا الحل غير ممكنا ، لانه لايفى بشرط عدم وجود متغيرات سالبة (٣)•

جدول الحل الأساسى الأول

			٥	١٢	٠	٠	٠	عو
عو	س*	ب	س١	س٢	س٣	س٤	س٥	النسب
٠	س٣	١٨٠	٣	٢	١	٠	٠	
٠	س٤	٢٨٠	١	٣	٠	١	٠	
٠	س٥	—٢٠	—١	٠	٠	٠	١	
المؤشرات		٠	٥	١٢	٠	٠	٠	

وتساعدنا طريقة السمبلكس الثنائية فى هذا الصدد كالآتى :

١— نختار الصف الذى فيه تقع أصغر قيمة سالبة جبريا لمتغير فى الحل الأساسى ليمثل صف البؤرة•

٢— نقوم بايجاد النسب بين صف المؤشرات والصف المختار ليكون صف البؤرة ، مع الاقتصار على نسب المتغيرات غير الأساسية فى الحل الأساسى القائم ، ومع اهمال النسب التى يكون المقام فيها مساويا للصفر أو أرقاما موجبة •

٣— نختار من بين هذه النسب أكبر النسب فى التدنية وأصغر النسب فى التعظية (مع

مراعاة اشارة صف المؤشرات في الحل الأمثل في الطريقة التي اتبعناها) ليتحدد عمود البؤرة ، أي المتغير الواجب اضافته في الحل الأساسي التالي .

٤ــ نتبع اجراءات طريقة السمبلكس العادية للوصول للحل الأساسي التالي .

٥ــ اذا وجدت قيما سالبة في الحل الأساسي الجديد لاحد المتغيرات الأساسية نكرر الخطوات السابقة ، والا نطبق اجراءات طريقة السمبلكس العادية وقواعدها .

وبتطبيق هذه القواعد والاجراءات نجد أن $س_١$ يحل محل $س_٥$ في الحل الأساسي التالي :

الحل الاساسي الثاني	٠	٠	١	②	٠	١٢٠	$س_٣$	٠
	٠	١	٠	٣	٠	٢٦٠	$س_٤$	٠
	١ــ	٠	٠	٠	١	٢٠	$س_١$	٥
	٥ــ	٠	٠	١٢	٠	١٠٠	المؤشرات	

وبتفحص جدول الحل الأساسي الثاني نجد أننا تخلصنا من المتغيرات السالبة، الا أن الحل مازال يحتمل التحسن لأن قيمة $س_٢$ في صف المؤشرات موجبة . فنتبع اجراءات وخطوات السمبلكس العادية للتوصل الى الحل الأمثل الذى فيه نجد :

$$س_١^* = ٢٠ ، س_٢^* = ٦٠ ، س_٣^* = ٨٠ ، ع^* = ٨٢٠$$

٣ــ البرمجة العددية وقطعيات جوموري :

ذكرنا في المقدمة أن البرمجة العددية تختلف عن البرمجة الخطية في أن الأولى تتطلب أن تتخذ المتغيرات أو بعضها قيما صحيحة موجبة في الحل الأمثل، والواقع أنه لاتوجد طريقة بمفردها كطريقة السمبلكس مثلا تستطيع أن تؤدى الى تحقيق هذه النتيجة تلقائيا في مثل هذه المشاكل . وعادة مايتم حل المشكلة أولا بطريقة السمبلكس دون نظر الى شرط اتخاذ المتغيرات المطلوبة لقيم صحيحة ثم ينظر في أمر تحقيق هذا الشرط بعد التوصل الى الحل الأمثل لنموذج البرمجة الخطية العادى . ويوجد عدد من

الطرق التى يمكن بها التوصل الى تحقق هذا الشرط فى مثل هذه المشاكل فى عدد محدود من التكرارات ، غير أن أشهرها وأعمها هى مايسمى بطريقة قطعيات جومورى Gomory Cuts (١) ولعل أفضل وسيلة لتقديم هذه الطريقة هى عن طريق المثال المبسط التالى :

عظم ٢٥ $س_١$ + ١٢ $س_٢$ + صفر $س_٣$ (١)

فى ظل ٣ $س_١$ + ٢ $س_٢$ + $س_٣$ = ٢٥ (٢)

$س_١$ ، $س_٢$ ، $س_٣$ ، قيم صحيحة موجبة (٣)

حيث $س_٣$ هو المتغير العاطل للقيد الموضوعى الوحيد .

وبالطبع نجد أن حل هذه المشكلة بطريقة البرمجة الخطية (والذى يتحقق بمجرد الفحص النظرى بالاستعانة بالربحية المباشرة لوحدة الطاقة فى مركز الاختناق المشترك)، دون نظر للقيد (٣) هو كالآتى :

$س_١ = \frac{٢٥}{٣}$ ، ع= ٢٠٨ $\frac{١}{٣}$ ، $س_٢$ = $س_٣$ = صفر .

ويتضح ذلك من جدول الحل الأمثل لنموذج البرمجة الخطية بطريقة السمبلكس وهو الآتى :

---

(١) R.A.Gomory " Outline of an Algorithm for Integer Solutions to Linear Programs " , <u>Bull. of the American Math.Society</u>,64,No.5, 1958.

ويمكن للقارئ الذى يرغب فى شرح الأساس النظرى والرياضى للطريقة الرجوع الى Charnes & Cooper

أو الى G. Hadley,<u>Nonlinear and Dynamic Programm-ing</u> (Addeson Wesley, 1964),ch.8.

جدول الحل الأساسى الثانى (أمثل كسرى)

	ع_و	٢٥	١٢	٠	ع_و
ع_و	س*	ب	س١	س٢	س٣	النسب
٢٥	س١	٨ ١/٣	١	٢/٣	١/٣	
صف المؤشرات		٢٠٨ ١/٣	٠	— ٤ ٢/٣	— ٨ ١/٣	

وحيث $س_1$ = ٨ ١/٣ فى هذا الحل الأمثل لنموذج البرمجة الخطية العادى فان القيد (٣) الذى يتطلب قيما صحيحة للمتغيرات لم يتحقق ، ومن ثم فان هذا الحل يعد غير ممكنا بنموذج البرمجة العددية .

ويلاحظ أن قيمة [ب] ، [$أ^*_{رو}$] فى صف $س_1$ فى الحل الأمثل تشتمل على شقين : الشق الأول يمثل أرقام صحيحة موجبة ، والشق الثانى يمثل كسورا لو تم اضافتها الى هذه الارقام ، لتوصلنا الى قيم [ب]، [$أ^*_{رو}$] . فقيمة $س_1$ مثلا = ٨ + ١/٣ فى العمود [ب] ، كما أن معامل احلال $س_2$ مع $س_1$ = صفر + ٢/٣ ، ومعامل احلال $س_3$ مع $س_1$ = صفر + ١/٣ . ولنرمز للاجزاء الصحيحة فى العمود [ب] بالرمز {ب} وللكسور بالرمز [ف] ، وللاجزاء الصحيحة من الارقام الكسرية فى [$أ^*_{رو}$] بالرمز {$أ_{رو}$} وللكسور بالرمز ($ف_{رو}$) ، وبالتالى نجد أن :

$$\sum_{و} \{أ_{رو}\ س_و\} + ف_{رو}\ س_و \leq \{ب\} + ف_ر \qquad (٤)$$

أى : $س_1$ + صفر $س_2$ + صفر $س_3$ + ٢/٣ $س_2$ + ١/٣ $س_3$ $\leq$ ٨ + ١/٣ (١/٤)

ونلاحظ أيضا أننا اذا طرحنا ($ف_{رو}$) من الطرف الايمن للمعادلة (٤) وطرحنا ($ف_ر$) من الطرف الايسر لاتخذت الارقام فيها قيما صحيحة موجبة . أى أن :

$$-٢/٣\ س_2 - ١/٣\ س_3 \leq -١/٣ \qquad (٤/٢)$$

اذا ما أضيف جبريا الى (١/٤) لتحولت معاملاتها [$أ^*_{رو}$]، وثابتها [ب] الى قيم صحيحة {$أ_{رو}$}، {ب}، أى: $س_1 \leq ٨$ ، حيث $أ_{11}$ = ١، $ب_1$ = ٨ .

ولنفترض الآن أننا اضفنا المتغير العاطل س$_{٤}$ الى (٤/٢) وفرضناه كقيدا اضافيا على جدول الحل الأمثل للمشكلة الاصلية (الحل الأساسى الثانى بعاليه) • والواقع أننا نحصل بذلك على مشكلة برمجة خطية جديدة مشتقة من المشكلة الاصلية، يتضح حلها الأساسى الأول فى جدول الحل الأساسى الثالث • ولنطلق عليها المشتقة(١)، وهى عبارة عن الحل الأمثل لمشكلة برمجة خطية فى (١) ، (٢) معززة بالقيد (٤/٢) •

ومن الواضح أن الحل الأساسى الثالث غير ممكن حيث تتخذ س$_{٤}$ قيمة سالبة= ـ$\frac{١}{٣}$ • وبذلك يصبح من الضرورى اللجوء الى طريقة السمبلكس الثنائية للتخلص من هذه المشكلة باحلال س$_{٢}$ محل س$_{٤}$ كما فى جدول الحل الأساسى الرابع • وبتفحص صف المؤشرات نجد أننا توصلنا الى الحل الأمثل للمشتقة (١) بالبرمجة الخطية • الا أن تفحص العمود [ب] يفيد أن س$_{٢}$ قد اتخذ قيمة كسرية = ½ • وباستخدام صف س$_{٢}$ فى هذا الجدول نقوم بتكوين قيد جديد يكون الثابت فيه هو ـ ف$_{ر}$ ، ومعاملات المتغيرات هى ـ ف$_{رو}$ • حيث تشير ف$_{ر}$ ، ف$_{رو}$ الى الكسور التى اذا طرحت من [ب] و[أ$^{*}_{رو}$] على التوالى لتوصلنا لأقرب أرقام صحيحة تكون أقل من أو تساوى الارقام الأصلية • بمعنى أن : {ب} + ف$_{ر}$ = [ب]

{أ$_{رو}$} + ف$_{رو}$ = [أ$^{*}_{رو}$]

حيث {ب} هى القيم الصحيحة ≤ [ب]، و{أ$_{رو}$} هى معاملات الاحلال الحدى الصحيحة ≤ [أ$^{*}_{رو}$] كما سبق أن عرفناهما •

وبناء على ذلك نجد أنه يلزم أن تكون {ب$_{٢}$} + ف$_{٢}$ = [ب$_{٢}$]

ع$_{و}$ س*	ب	س$_{١}$	س$_{٢}$	س$_{٣}$	س$_{٤}$	النسب	
		٢٥	١٢	٠	٠	ع$_{و}$	
٢٥ س$_{١}$	٨ $\frac{١}{٣}$	١	$\frac{٢}{٣}$	$\frac{١}{٣}$	٠		الحل الاساسى الثالث
٠ س$_{٤}$	ـ$\frac{١}{٣}$	٠	(ـ$\frac{٢}{٣}$)	ـ$\frac{١}{٣}$	١		←
المؤشرات	٢٠٨ $\frac{١}{٣}$	٠	ـ ٤ $\frac{٢}{٣}$	ـ ٨ $\frac{١}{٣}$	٠		
٢٥ س$_{١}$	٨	١	٠	٠	١		الحل الاساسى الرابع
١٢ س$_{٢}$	½	٠	١	½	ـ$\frac{٣}{٢}$		
المؤشرات	٢٠٦	٠	٠	ـ ٦	ـ ٧		

أى : صفر + ½ = ½، أى أن $ف_{2} = \frac{1}{2}$ ، كما أن : $أ_{12} + ف_{12}$ = صفر + صفر، $أ_{22} + ف_{22} = 1$ + صفر، $أ_{32}$ = صفر + ½ ، $أ_{42} = -2 + \frac{1}{2}$. وبالتالى يكون القيد الجديد هو: $\sum -ف_{رو} س_{و} + س_{ن+1} = -ف_{ر}$ ، أى

$$-\frac{1}{2}س_{3} - \frac{1}{2}س_{4} + س_{5} = -\frac{1}{2} \qquad (٣/٤)$$

واذا عززناها الحل الأمثل للمشتقة (١) بالقيد (٣/٤) لحصلنا على مشكلة برمجة خطية مشتقة (٢) ، ويظهر الحل الأساسى الاول لها كما فى جدول الحل الاساسى الخامس . لاحظ أن $س_{5}$ سالبة ويلزم استخدام قواعد واجراءات السمبلكس الثنائية لنصل الى الحل الامثل لمشكلة البرمجة العددية الأصلية الموضح بالجدول السادس . لاحظ أيضاً أن (٣/٤) اذا أضيف الى صف $س_{2}$ فى جدول الحل الأساسى الخامس يؤدى الى اتخاذ $س_{2}$ لقيمة صحيحة ≤ ½ ، أى تساوى صفر . ذلك لأن :

$ع$	$س^{*}$	ب	$س_{1}$	$س_{2}$	$س_{3}$	$س_{4}$	$س_{5}$	
		$ع_{و}$	٢٥	١٢	٠	٠	٠	
٢٥	$س_{1}$	٨	١	٠	٠	١	٠	الحل الاساسى الخامس
١٢	$س_{2}$	½	٠	١	½	$-\frac{3}{2}$	٠	
٠	$س_{5}$	−½	٠	٠	(−½)	−½	١	
المؤشرات		٢٠٦	٠	٠	−٦	−٧	٠	
٢٥	$س_{1}$	٨	١	٠	٠	١	٠	الحل الامثل لمشكلة البرمجة العددية
١٢	$س_{2}$	٠	٠	١	٠	−٢	١	
٠	$س_{3}$	١	٠	٠	١	١	−٢	
المؤشرات		٢٠٠	٠	٠	٠	−١٣	−١٢	

$$س_{2} + \frac{1}{2}س_{3} - \frac{3}{2}س_{4} - \frac{1}{2}س_{3} - \frac{1}{2}س_{4} \leq \frac{1}{2} - \frac{1}{2} \ .$$

أى أن : $س_{2} - 2س_{4} \leq$ صفر .

ويتحقق ذلك بلزوم اتخاذ $س_{2}$ لقيمة تساوى ضعف قيمة $س_{4}$ أو اتخاذ كلاهما

لقيمة صفرية • وحيث س$_{٤}$ تساوى صفر لأنها ليست فى المتغيرات الأساسية فى الحــــل الأساسى الخامس ، فان س$_{٣}$ يلزم بالضرورة أن تساوى صفر تحقيقا للقيد الجـــديد (٣/٤) •

٣ ــ ١ ــ قواعد قطعيات جومورى لمشكلة البرمجة العددية الصرفة :

الواقع أن حل مشاكل البرمجة العددية الصرفة (كالمثال بعاليه) بالاستعانة بقطعيات جومورى لايخرج عن كونه حلا لسلسة من مشاكل البرمجة الخطية المشتقة مبــــن المشكلة الاصلية ، مع تعزيز كل منها بقطعية من القطعيات كقيد اضافى على حل البرمجة الخطية الأمثل للمشكلة السابقة لها • فالبداية تكون بتجاهل قيد اتخاذ المتغيرات لقيمـا غير كسرية وحل المشكلة كمشكلة برمجة خطية عادية • فاذا كان الحل الامثل لهذه المشكلـة يفى تلقائيا بعدم اتخاذ أى من المتغيرات لقيم كسرية ، كان الحل الأمثل لنموذج البرمجـة الخطية هو نفسه الحل الأمثل لنموذج البرمجة العددية • أما اذا اتخذ أحد المتغيرات أو بعضها قيمة كسرية فى الحل الأساسى ، فهنا تبدأ الحاجة الى الاستعانة بقطعيـــات جومورى • ويتم تحديد كل قطعية من القطعيات طبقا للخطوات التالية :

١ ــ نختار من العمود [ب] فى جدول الحل الأمثل لمشكلة البرمجة الخطية المشتقـة من المشكلة الأصلية ذلك الصف الذى يحتوى على أكبر قيمة كسرية تقرب من الواحد الصحيح (قد تكون القيمة الكسرية طبعا مضافة الى قيمة صحيحة مثل ١٢٤ ٥/٦) ونستخدم هذا الصف لاشتقاق القيد الاضافى اللازم لتعزيز الحل الأمثل لتكوين مشكلة البرمجة الخطية المشتقـــة الجديدة •

٢ ــ دع القيمة الكسرية فى العمود [ب] فى الصف المختار (ر) = ف$_{ر}$ • فالصــف المختار فى المشكلة بعاليه مثلا كان الصف الأول حيث س$_{١}$ كانت = ٨ ١/٣ ، وبالتـالى تكون ف$_{١}$ = ١/٣ •

٣ ــ بالنسبة لكل معامل من معاملات الاحلال فى الصف المختار (ر) ، نقوم بتحديد ذلك الكسر الذى اذا ماطرح من المعامل المعين لأدى الى تحول المعامل الى قيمة صحيحة لاتزيد عن قيمة المعامل الحالى • بمعنى أن القيمة الكسرية فى ٢ ١/٢ هى ١/٢ لأن (٢ ١/٢ ــ ١/٢ ≤ ٢ ١/٢)، بينما القيمة الكسرية فى ــ ٣ ١/٤ هى ٣/٤ لأن [(ــ ٣ ١/٤ ــ ٣/٤ = ــ ٤) ≤ ــ ٣ ١/٤] • دع ذلك الكسور فر •

٤ـ نقوم بتكوين القيد اللازم لتحقيق القطعية من منطقة الامكانيات طبقا للمعادلة:

$$\sum_{و=1}^{ن} -ف_{رو} س_{و} + س_{ن+1} = -ف_{ر} \qquad [٤]$$

كما سبق توضيحه فى المثال بعاليه •

٥ـ نقوم بتعزيز جدول الحل الأمثل غير العددى بالقيد [٤] لنحصل على مشكلة برمجة خطية مشتقة جديدة • نقوم بحل هذه المشكلة بالسمبلكس الثنائية ثم العادية لو اقتضى الأمر • فاذا تحقق شرط عدم وجود متغيرات كسرية فى الحل الأساسى الأمثل يكون هو الحل الأمثل لمشكلة البرمجة العددية • أما اذا وجدت متغيرات كسرية فنقوم بتكرار الخطوات السابقة الى أن نصل الى الحل العددى المطلوب •

<u>٣ـ٢ـ قطعيات جومرى لمشكلة البرمجة العددية المختلطة :</u>

قد يستدعى الأمر فى بعض الحالات أن تتخذ بعض المتغيرات قيما غير كسرية بينما يمكن للبعض الآخر أن يتخذ قيما كسرية • فقد لاتكون المنتجات المرغوب انتاجها قابلة للتجزئة مثلا بينما تكون طاقة الموارد اللازمة لتحقيق ذلك قابلة للتجزئة • وفى مثل هذه الاحوال نجد أنه يلزم أن تتخذ بعض المتغيرات قيما صحيحة بينما البعض الآخر يمكن أن يتخذ قيما كسرية • وقد قدم جومرى أسلوبا لتحديد القطعيات اللازمة فى هذه الحالة أسوة بالحالة السابقة (١) وسوف نوضح ذلك عن طريق مثال رقمى مبسط •

نفترض مشكلة البرمجة التالية بعد اضافة المتغيرات العاطلة ، وحيث $س_1$ ، $س_2$ منتجات :

$$\text{عظم} : ٤س_1 + س_2 \qquad [١]$$

$$\text{فى ظل}: \begin{cases} ٢س_1 + س_2 + س_3 = ٣٥ \\ \tfrac{٣}{٥}س_1 + ٢س_2 + س_4 = ٣٠ \end{cases} \qquad [٢]$$

$$س_1 ، س_2 \text{ قيم صحيحة} ، س_و \geq \text{صفر} \qquad [٣]$$

(1) R.E.GOMORY,"An Algorithm for the Mixed Integer Problem",<u>Paper-1885</u>,(The RAND Corp.,June,1960), as cited in Hadley,<u>Op</u>.<u>Cit</u>,p.289,

وبحل هذه المشكلة فى [١] ، [٢] كمشكلة برمجة مشتقة [١] نحصل على الحل الأمثل الموضح فى الجدول :

			٤	١	٠	٠
عو	$س^{*}$	ب	$س_{١}$	$س_{٢}$	$س_{٣}$	$س_{٤}$
٤	$س_{١}$	١٧½	١	½	½	٠
٠	$س_{٤}$	١٩½	٠	$\frac{١٧}{١٠}$	$-\frac{٣}{١٠}$	١
	المؤشرات	٧٠	٠	١—	٢—	٠

الحل الأمثل للمشتقة [١]

غير أننا نجد أن $س_{١}$ قد أتخذ قيمة كسرية ، وهو مطلوب أن يتخذ قيمة صحيحة ، بينما $س_{٤}$ غير مطلوب أن يتخذ قيمة صحيحة ومن ثم فلا يمثل مشكلة • ويلزم بالتالى أن نقوم باشتقاق قيد لقطعية من قطعيات جومرى لنعزز به هذا الحل لنحصل على المشكلة المشتقة [٢] • ويتم اشتقاق هذا القيد طبقا للخطوات التالية:

١ـ بالنسبة للكسر $ف_{ر}$ فى العمود [ب] نطبق نفس القواعد كما فى حالة البرمجة العددية الصرفة • حيث تـد ع قيمة الكسر = $ف_{ر}$ •

٢ بالنسبة لمعاملات الاحلال الحدى [$أ_{رو}^{*}$] تتحدد القيمة الكسرية لكل منها طبقا للقواعد التالية :

<u>٢ـ أـ</u> اذا كان المتغير $س_{و}$ فى العمود (و) مطلوب أن يتخذ قيمة عددية صحيحة وكانت القيمة الكسرية $ف_{رو} \geq ف_{ر}$ ، فان $\hat{ف}_{رو} = ف_{رو}$ ، كما فى حالة البرمجة العددية الصرفة (أى يساوى الكسر الذى اذا طرح من $أ_{رو}^{*}$ لكان الناتج قيمة صحيحة $أ_{رو} \geq أ_{رو}^{*}$)، حيث $\hat{ف}_{رو}$ هى معامل المتغير $س_{و}$ فى القيد الجديد فى هذه الحالة المختلطة •

<u>٢ـ بـ</u> اذا كان المتغير $س_{و}$ فى العمود (و) مطلوب أن يتخذ قيمة عددية صحيحة ، وكانت القيمة الكسرية $ف_{رو} > ف_{ر}$ ، فان $\hat{ف}_{رو} = \frac{ف_{ر}}{١ - ف_{ر}} (١ - ف_{رو})$ •

<u>٢ ـ جـ</u> اذا كان المتغير $س_{و}$ فى العمود (و) غير مطلوب أن يتخذ قيمة عددية صحيحة ، وكان معامل الاحلال $أ_{رو}^{*}$ موجب ، فان $\hat{ف}_{رو} = أ_{رو}^{*}$

٢ ــ د ــ اذا كان المتغير $س_و$ في العمود (و) غير مطلوب أن يتخذ قيمة عددية صحيحة وكان معامل الاحلال $أ^*_{رو}$ سالبا، فان $\hat{ف}_{رو} = \frac{ف_ر}{١ - ف_ر}$ [$أ^*_{رو}$] .

ويلاحظ عند تطبيق هذه القواعد أن :

$ف_ر$ هي قيمة الكسر في العمود [ب] في صف المتغير المختار .

$\hat{ف}_{رو}$ هي معاملات المتغيرات $س_و$ في الصف المختار (ر) في القيد الجديد المرغوب اعداده .

$ف_{رو}$ هي قيمة الكسر الذى اذا خصم من معامل الاحلال $أ^*_{رو}$ لنتجت قيمة صحيحة أقل من أو تساوى $أ^*_{رو}$.

وبتطبيق هذه القواعد على المثال الجارى نجد الآتي :

١ ــ $ف_ر = ف_١ = ½$ = قيمة الكسر في قيمة $س_١$ في العمود [ب] .

٢ ــ [($ف_{١١}$ = صفر) ⟨ $ف_١ = ½$]، ∴ $\hat{ف}_{١١}$ = صفر(قاعدة ٢ ــ أ) .

($ف_{٢١} = ½$)= ($ف_١ = ½$)، ∴ $\hat{ف}_{٢١} = ½$ (قاعدة ٢ ــ أ) .

$ف_{٣١}$ موجب، ∴ $\hat{ف}_{٣١} = أ^*_{٣١} = ½$ ، (قاعدة ٢ ــ ج) .

$ف_{٤١}$ موجب = صفر، ∴ $\hat{ف}_{٤١} = أ^*_{٤١}$ = صفر، (قاعدة ٢ ــ ج) .

وتأسيسا على ذلك يكون القيد الاضافي المطلوب هو :

$$صفر\ س_١ - ½\ س_٢ - ½\ س_٣ + صفر\ س_٤ + س_٥ = -½ \qquad [٤ / ١] [١]$$

وبتعزيز الحل الأمثل بعاليه بالقيد [٤ / ١] نحصل على مشكلة البرمجة الخطية المشتقة [٢] كما تظهر في جدول الحل الأساسي الاول لها . ويحل هذه المشكلة بطريقة السمبلكس الثنائية نحصل على الحل الأمثل، والذى بدوره يمثل الحل الأمثل للمشكلة الأصلية . ذلك لأن $س_١$ و $س_٢$ قد اتخذت قيما صحيحة ، بينما $س_٤$ (الطاقة العاطلة للمورد الثاني) غير مطلوب أن يتخذ قيما صحيحة .

هذا والواقع أن الوصول الى الحل الأمثل ليس بهذه السهولة التى لاقيناها في هذا المثال المبسط فقد يقتضى الامر في معظم الاحوال تكوين عدد كبير جدا من المشاكل المشتقه للتوصل الى الحل غير الكسرى في المشكلة المختلطة(جرب المشكلة التى وردت في البند ٣ في الفصل السابق مثلا بافتراض $س_١$ و $س_٢$ تتخذ قيما صحيحة، لتجد أنك سوف تكون في حاجة الى حل أربع مشاكل مشتقة على الأقل) وذلك لأن قطعيات جومرى تقوم

			س$_{1}$	س$_{2}$	س$_{3}$	س$_{4}$	س$_{5}$	
			٤	١	٠	٠	٠	
٤	س$_{1}$	١٧½	١	½	½	٠	٠	الحل الأساسى
٠	س$_{4}$	١٩½	٠	١٧/١٠	-٣/١٠	١	٠	الأول
٠	س$_{5}$	-½	٠	-½	-½	٠	١	للمشتقة [٢]
المؤشرات		٧٠	٠	-١	-٢	٠	٠	
٤	س$_{1}$	١٧	١	٠	٠	٠	١	الحل الاساسى الامثل
٠	س$_{4}$	١٧ ٤/٥	٠	٠	٧/٥	١	-١٧/٥	للمشتقة [٢]
١	س$_{2}$	١	٠	١	١	٠	-٢	والمشكلة الأصليـــة
المؤشرات		٦٩	٠	٠	-١	٠	-٢	

باستبعاد ذلك الجزء من منطقة الامكانيات الذى يؤدى الى التخلص من الجزء الكسرى مـن متغير واحد فى كل دورة وقد يؤدى ذلك الى ظهور جزء كسرى فى متغير اخر كان قبل ذلك يتخذ قيمة صحيحة • فنضطر فى الدورة التالية الى اقتطاع جزء من منطقة الامكانيات للتخلص من ذلك الجزء الكسرى الجديد • وقد يؤدى ذلك الى ظهور جزء كسرى آخر فى متغير آخر وهكذا • الا أنه من الثابت أن قطعيات جومرى تؤدى الى التوصل الى الحل العددى المختلط فى عدد محدود من التكرارات ، أو بمعنى أصح بحل عدد محدد (نهائى) مـن المشاكل المشتقة •

ولتوضيح كيفية التوصل الى الحل العددى للمشاكل المختلطة بيانيا نسوق المثـال التالى بعد اضافة المتغيرات العاطلة ، وحيث س$_{1}$، س$_{2}$ منتجات •

عظـم : س$_{1}$ + ٤س$_{2}$ [١]

فى ظل : س$_{1}$ + ٢س$_{2}$ + س$_{3}$ = ٣½
٢س$_{1}$ + ٣/٥ س$_{2}$ + س$_{4}$ = ٣ } [٢]

س و ≥ صفر ، س$_{1}$ ، س$_{2}$ قيم صحيحة [٣]

وبحل هذه المشكلة فى [١] و ١ ٢ ا كالمشتقة [١] نصل الى الحل الأمثل الموضح فى الجدول الثانى ، والذى منه يتبين أن $\text{س}_٢$ قد اتخذت قيمة كسرية ، فنقوم بتعزيـــزه بالقيد [٤/١] لنحصل على الحل الأساسى الاول للمشتقة [٢] ، والتى نصل الى الحل الأمثل لها فى الجدول الرابع بعد تطبيق اجراءات وقواعد السمبلكس الثنائية علـــــى الجدولين الثانى والثالث • ونجد أن $\text{س}_١$ فى الجدول الرابع قد اتخذت قيمة كسرية فنقوم بتعزيز هذا الجدول بالقيد [٤ـ٢] لنحصل على المشتقة [٣] ، والتى بحلها نصل الى الحل الأمثل للمشكلة الأصلية فى الجدول الخامس •

ويلاحظ أننا قد قمنا باشتقاق القيد [٤ـ١] من صف $\text{س}_٢$ (الصف الأول) فى الجدول الثانى • واذا أضفنا [٤ـ١] الى صف $\text{س}_٢$ لنتج :

$$\tfrac{١}{٢}\text{س}_١ + \text{س}_٢ + \tfrac{١}{٢}\text{س}_٣ \leq ١\tfrac{٣}{٤} \qquad (\text{صف س}_٢)$$
$$-\tfrac{١}{٢}\text{س}_١ \qquad - \tfrac{١}{٢}\text{س}_٣ \leq -\tfrac{٣}{٤} \qquad [\,٤ـ١\,]$$

$$\text{س}_٢ \leq ١ \qquad \text{المجموع } [\,٣ـ١\,]$$

أو بمعنى آخر

$$\text{س}_٢ + \text{س}_٥ = ١$$

أو
$$\text{س}_٥ = ١ - \text{س}_٢ \qquad [\,٣ـ٢\,]$$

أما القيد [٤ـ٢] فقد تم اشتقاقه من صف $\text{س}_١$ فى الجدول الرابع (الصف الثالث) والذى اذا ما أضفنا اليه القيد [٤ـ٢] لنتج :

$$\text{س}_١ + \tfrac{١}{٢}\text{س}_٤ - \tfrac{٣}{١٠}\text{س}_٥ \leq ١\tfrac{١}{٥} \qquad (\text{صف س}_١) \,•$$
$$-\tfrac{١}{٢}\text{س}_٤ - \tfrac{٣}{٤٠}\text{س}_٥ \leq -\tfrac{١}{٥} \qquad [\,٤ـ٢\,]$$

$$\text{س}_١ - \tfrac{٣}{٨}\text{س}_٥ \leq ١ \qquad \text{المجموع } [\,٣ـ٣\,]$$

وبالتعويض لقيمة $\text{س}_٥$ فى [٣ـ٣] من واقع [٣ـ٢] نجد :

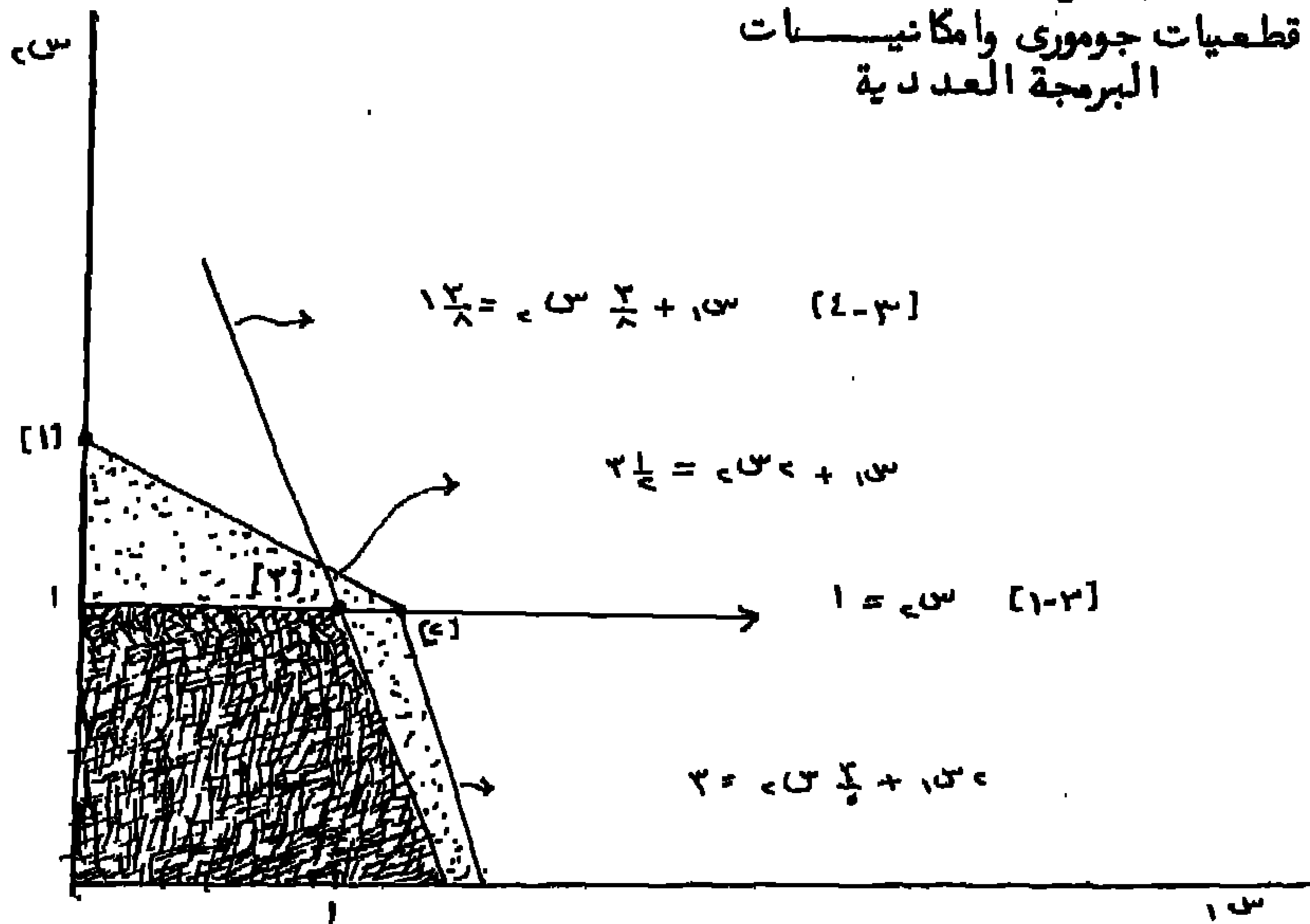
$$\text{س}_١ - \tfrac{٣}{٨}(١ - \text{س}_٢) \leq ١$$

أى
$$\text{س}_١ + \tfrac{٣}{٨}\text{س}_٢ \leq ١\tfrac{٣}{٨} \qquad [\,٣ـ٤\,]$$

ع	س*	ب	س١	س٢	س٣	س٤	س٥	س٦	
			١	٤	٠	٠	٠	٠	
٠	س٣	٣ ١/٢	١	(٢)	١	٠			الجدول
٠	س٤	٣	٢	٣/٥	٠	١			الأول
المؤشرات		٠	١	٤	٠	٠			
٤	س٢	١ ٣/٤	١/٢	١	١/٢	٠	٠		الجدول الثاني
٠	س٤	١ ١٩/٢٠	١٧/١٠	٠	ـ٣/١٠	١	٠		معزز بالقيد
القيد [٤ـ١]	س٥	ـ٣/٤	(ـ١/٢)	٠	ـ١/٢	٠	١		[٤ـ١]
المؤشرات		٧	ـ١	٠	ـ٢	٠	٠		
٤	س٢	١	٠	١	٠	٠	١		الجدول
٠	س٤	ـ٦/١٠	٠	٠	(ـ٢)	١	٣٤/١٠		الثالث
١	س١	١ ١/٢	١	٠	١	٠	ـ٢		(غير ممكن)
المؤشرات		٥ ١/٢	٠	٠	ـ١	٠	ـ٢		
٤	س٢	١	٠	١	٠	٠	١	٠	الجدول الرابع
٠	س٣	٣/١٠	٠	٠	١	ـ١/٢	ـ١٧/١٠	٠	معزز بالقيد
١	س١	١ ١/٥	١	٠	٠	١/٢	ـ٣/١٠	٠	[٤ـ٢]
القيد [٤ـ٢]	س٦	ـ١/٥	٠	٠	٠	(ـ١/٢)	ـ٣/٤٠	١	
المؤشرات		٥ ١/٥	٠	٠	٠	ـ١/٢	ـ٣٧/١٠	٠	
٤	س٢	١	٠	١	٠	٠	١	٠	الجدول الخامس
٠	س٣	١/٢	٠	٠	١	٠	ـ١٣/٨	ـ١	(الحل الأمثل
١	س١	١	١	٠	٠	٠	ـ٣/٨	١	للمشكلة الأصلية)
١	س٤	٢/٥	٠	٠	٠	١	٣/٢٠	ـ٢	
المؤشرات		٥	٠	٠	٠	٠	ـ٢٩/٨	ـ١	

وبالاستعانة بالقيود الأصلية [٢] وقطعيات جومرى [٣ـ١] و[٣ـ٤] تظهر ميكانيكية قطعيات جومرى بيانيا كما فى الشكل (٤ـ١) ٠

(شكل (٤ـ١)
قطعيات جومورى وامكانيـــــات
البرمجة العددية



ويتضح من الشكل أن المساحة المظللـة كلها تمثل منطقةامكانيات المشتقة [١] ، والتى يظهر حلها الأمثل ضرورة التخصص فى س٢ عند النقطة [١] على الشكل ٠ وتأتى القطعية الأولى [٣ـ١] لتلاقى الكسر فى س٢ ، فينقل الحل الامثل الى النقطة [٢] للمشتقـــة [٢] ، حيث س١ = ١/٥ ١ و س٢ = ١٠ .ثم تأتى القطعيةالثانية [٣ـ٤] لتلاقى الكسر فى س١ فينقل الحل الأمثل الى النقطة [٣] للمشتقة ا ٣ ا حيث س١ = ١، س٢ = ١٠ وبالتالى تظهر منطقة امكانيات البرمجة العددية بالمساحة المظللة تظليلا .د اكنا ٠ الا أن الحلول الممكنة فى هذ ه الحالةتنحصر فى التخصص فى س٢ أو فى انتاج س١ = س٢ = ١ عنـد النقطة [٣] ٠

٤ـ بعض استخدامات البرمجة العددية فى التطبيق العملى :

تطبق البرمجة العددية ، كما سبق وذكرنا فى عديد من المجالات • وسوف نوضح كيف يمكن صياغة بعض المشاكل فى شكل نموذج برمجة عددية فى بعض هذه المجـــالات فى هذا البند •

٤ـ١ـ التكاليف الثابتة الممكن تجنبها :

كثيرا ما ترتبط بعض عناصر التكاليف ثابتة المقدار بوقوع حدث أو القيام بـعمل معين بحيث اذا لم يقع الحدث أو لم يتم العمل أمكن تجنب هذه التكاليف • ولا يتوقف مقـدار هذه التكاليف بحجم الحدث أو حجم العمل الذى يتسبب فيها • فتكلفة اعداد خـــط انتاجى معين للتشغيل ترتبط بالشغلة وليس بحجم الانتاج المخطط انتاجه فيها مثـلا • كما أن تكلفة طلبية شراء أصناف معينة لن تتأثر كثيرا بالحجم المطلوب من كل صنـــف • ويترتب على مثل هذه الأحوال أن يصبح من الواجب أن تأخذ التكاليف الثابتة فى الاعتبار اذا ما قام الحدث أو العمل المتسبب فيها ، ولا تؤخذ فى الاعتبار اذا لم يقع الحـــدث أو لم يتم العـمل • ويمكن فى مثل هذه المشاكل تطبيق البرمجة العددية •

ولنفرض توضيحا لذلك أنه يلزم لانتاج كل منتج $س_و$ أن يتم اعداد الخط الانتاجـــى الخاص به للتشغيل بتكاليف ثابتة $ث_و$ ، بينما الارباح المباشرة على وحدة كل منتج هى $ع_و$ ويمكن صياغة المشكلة فى هذه الحالة فى صورة مشكلة برمجة كالآتى :

$$\text{عظم} \quad \sum_{و=1}^{ن} ع_و س_و - \sum_{و=1}^{ن} ث_و د_و \qquad [1]$$

فى ظل :

$$\sum_{و=1}^{ن} أ_{رو} س_و = ب_ر \qquad [2]$$

$$س_و \geq \text{صفر} \qquad [3]$$

$$د_و = \begin{cases} \text{صفر} & \text{اذا كان } س_و = \text{صفر} \\ 1 & \text{اذا كان } س_و > \text{صفر} \end{cases} \qquad [4]$$

ونجد من هذه الصيغة أن $د_و$ توجد فى دالة الهدف ولا توجد فى القيود الموضوعية [٢] •

وحتى تضمن تحقق [٤] فيلزم صياغة مجموعة من القيود الاضافية لفرضها على المشكلة حتى يتحقق الشرط [٤]، ولنقم بتعريف المقدار ل$_{و}$ بأنه = $\frac{س_{و}}{د_{و}}$ ، وبالتالى فان الشرط [٤] يتحقق اذا كانت :

س و ـ ل و د و ≥ صفر ، [٤]َ

د و = قيم صحيحة

وباحلال [٤]َ محل [٤] فى الصيغة بعاليه تتحول المشكلة الى مشكلة برمجة عددية مختلطة يمكن حلها بقطعيات جومورى .

٤ ـ ٢ ـ تخصيص الموازنة الرأسمالية على المشروعات :

يعتبر قرار تخصص الموارد الرأسمالية المتاحة للوحدة الاقتصادية على بدائل المشروعات من أهم القرارات المؤثرة فى مستقبل الوحدة ونجاحها واستمرارها . وعادة ما تكون الخيارات المتاحة للتخصيص عليها ممثلة لمشروعات متكاملة لا تقبل التجزئة ، كما أن التخصيص عليها جميعا يتحدد بقيد ندرة الموارد الرأسمالية المتاحة للاستثمار .

ولنفرض مثلا أن احدى الشركات قد حددت موازنة الاستثمارات فى بدائل المشروعات عن الفترة المقبلة بالمقدار [ج] من ملايين الجنيهات . ولنفرض أن الخيارات المتاحة لها تمثل فى العدد (ن) من المشروعات المتنافسة على هذه الموارد التمويلية . ولنفرض أن المشروع (و) يتطلب المقدار [ج و] من هذه الموارد ، كما أن صافى القيمة الحالية لصافى الايرادات المتوقعة من هذا المشروع تبلغ [ع و] . فتصبح المشكلة فى واقع الأمر هى اختيار تلك المجموعة من المشروعات التى تؤدى الى تعظيم القيمة الحالية لصافى الايرادات المتوقعة فى حدود الموارد التمويلية المتاحة .

ويلاحظ فى هذه الحالة أنه لا يجوز الاستثمار فى مشروع (و) بصفة جزئية ، كما أنه لا يصح الاستثمار فى أكثر من مشروع واحد من نفس النوع . وبالتالى يمكن صياغة المشكلة فى صورة مشكلة برمجة عددية كالآتى :

فلندع ١ ≥ ل$_{و}$ ≥ صفر ، ل$_{و}$ قيمة صحيحة ، حيث و = ١ ، ٢ ، ... ن ، [١]

وحيث ل$_{و}$ { = ١ اذا تقرر تنفيذ المشروع و ،
= صفر اذا تقرر عدم تنفيذ المشروع و .

وبالتالى يكون قيد الموازنة $\sum_{و=١}^{ن} ج_و ل_و \leqslant [ج]$ [٢]

بينما الهدف هو تعظيم $\sum_{و=١}^{ن} ع_و ل_و$ [٣]

والواقع أن مثل هذه المشكلة فى [١] ، [٢] ، [٣] يمكن حلها بطرق أكثر كفاءة باستخدام البرمجة الديناميكية . غير أنها مازالت مشكلة برمجة عددية قد تكون صرفة أو مختلطة على حسب كون المتغيرات العاطلة فى [٢] لا تقبل التجزئة أو قابلة للتجزئة .

كما أن القيد [٢] قد لا ينصب على الموارد التمويلية وحدها ، وانما قد ينطوى أيضا على موارد العمالة الفنية المتاحة مثلا ، أو على امكانيات التسويق مثلا ، أو على قيود الخامات وما الى ذلك . وكل مافى الأمر أن [٢] تتحول الى عائلة من القيود التى تتعلق كل منها بمورد من الموارد المتاحة (ر) فى المقدار أو الكمية المتاحة منه ($ج_ر$) كالآتى :

$$\sum_{و=١}^{ن} ج_{رو} ل_و \leqslant ج_ر \qquad [٢َ]$$

ولا شك أن عدد المشاكل المشتقة التى يتطلب الأمر حلها فى هذه الحالة تزداد بمعدلات متزايدة كلما زاد عدد المتغيرات وعدد القيود الأصلية فى [٢] . ذلك أن المطلوب أن يتخذ كل متغير $ل_و$ أحد قيمتين فقط هما الصفر أو الواحد الصحيح . وذلك بخلاف مجرد الاقتصار على اتخاذ المتغيرات لقيم صحيحة $\geqslant$ صفر . ولذلك فيعد نموذج البرمجة الديناميكية أكثر كفاءة فى هذا المضمار عن نموذج البرمجة العددية .
كما أن نموذج البرمجة الديناميكية يستطيع أن يعالج بعض نواحى عدم توافر شرط الخطية فى دالة الهدف أو فى القيود كما سوف نرى فيما بعد .

أسـئلة وتمـاريـن الفصـل

أولا ـ الأسـئلة :

١ـ ماهى الاختلافات الرئيسية بين فوائد وأجراءات طريقةالسمبلكس وقواعد واجراءات طريقةالسمبلكس الثنائية •

٢ـ قارن بين خطوات تحديد قطعيات جوموری فی مشكلةالبرمجةالعددية المختلطة ومشكلةالبرمجة العددية الصرفةعن طريق مثال رقمى •

٣ـ وضح عن طريق مثال من تأليفك كيفية التوصل الى الحل العددى بقطعيـات جوموری بيانيا •

٤ـ برر لماذا تعتبر كل من العبارات التالية خطأ أو صواب من وجهة نظرك •

أ ـ يتم حل مشكلةالبرمجة العددية بطريقةالسمبلكس كأنها مشكلة برمجة خطية.ثم يتم تقريب الحل الى أقرب قيمة صحيحة للمتغيرات الأساسية •

ب ـ فى طريقةالسمبلكس الثنائية يتم اختيار صف البؤرة أولا لأن هذا الصف يقابل عمود البؤرة فى النموذج الأولى •

جـ ـ يلزم فى كل مرة يتم فيها تحديد قطعية من قطعيات جوموری أن تبدأ بحل المشكلة الأصلية بعد اضافة القيد الذى يتحدد بالقطعية كمشكلة برمجة خطية •

د ـ اذا كانت المشكلة فى متغيرين أصليين مطلوب اتخاذهما لقيمة عددية فان التوصل للحل الأمثل يتم دائما باضافة قطعيتين من قطعيات جوموری •

هـ ـ تستخدم البرمجةالعددية فى الاختيار بين بدائل المشروعات اذا كانت ربحيتها غير خطية بالنسبة للحجم •

و ـ يعتبر نموذج البرمجةالعددية من نماذج البرمجة غير الخطية لأن شرط الخطية عادة مالا يتوافر اما فى دالةالهدف أو فى احدى القيود •

ثانيا التمارين :

التمرين الأول : أوجد الحل العددى بطريقةالسمبلكس للمشكلة الآتية مستخدما قطعيات جوموری الخاصة بالحالةالمطلوبة •

عظم : ٢٢ $س_1$ + ٤٢ $س_2$

فى ظل : ٨ $س_1$ + ١٤ $س_2$ + $س_3$ = ٢٦

كل من $س_1$ ، $س_2$ ، $س_3$ قيم عددية صحيحة •

التمرين الثانى : أوجد الحل العددى للمشكلة الآتية :

عظم : ٦ $س_1$ + ٢٠٦ $س_2$ + ٦ $س_3$

فى ظل : —٦ $س_1$ + ٤١ $س_2$ + ١٢ $س_3$ ≥ ١٦

٢١ $س_1$ + ٤١ $س_2$ — ٦ $س_3$ ≥ ١٦

$س_1$ ، $س_2$ ، $س_3$ قيم صحيحة موجبة

التمرين الثالث : أوجد الحل الأمثل العددى للمشكلة الآتية :

تدنية — ٢ $س_1$ — ٤ $س_2$

فى ظل — ٥ $س_1$ — ٧ $س_2$ ≤ — ٢١

$س_1$ — ٣ $س_2$ ≤ — ٨

$س_1$ ، $س_2$ قيم صحيحة موجبة •

وذلك باستخدام طريقة السمبلكس الثنائية وقطعيات جومورى •

التمرين الرابع :

عظم : ٢ $س_1$ + ٤ $س_2$

فى ظل $س_1$ + ٢ $س_2$ + $س_3$ = ٥ر٩

٢ $س_1$ + $س_2$ + $س_4$ = ٥ر٨

س و ≤ صفر ، $س_1$ ، $س_2$ قيم صحيحة موجبة •

قم بتوضيح الحل بيانيا بعد أن نتوصل اليه بطريقةالسمبلكس •

التمرين الخامس :

حددت احدى الشركات ميزانية التوسع الرأسمالى عن السنةالمقبلة بمبلغ ١٢ مليون جنيه ويبدو أن بدائل المشروعات المتاحة لها أربعة • الا أن هذه المشروعات تحتاج لعمالة فنية نادرة من نوع خاص ، كما تعتمد على مواد أولية مستوردة توزع دوليا على أساس الحصص • وفيما يلى البيانات المتعلقة بكل من البدائل الأربعة •

المشروع البديل	١	٢	٣	٤	المتاح من الموارد
التكلفة الرأسمالية	٥	٣	٧	٤	١٢
الاحتياجات من العمالة المتاحة	٤٠٪	٤٠٪	٣٠٪	٣٠٪	١٠٠٪
الاحتياجات من حصة الخامات	٣٠٪	٢٠٪	٦٠٪	٣٠٪	١٠٠٪
القيمة الحالية لصافى الايرادات المتوقعة	١٦	١٢	١٨	١٥	

المطلوب :

١ـ وضع المشكلة فى الصيغة الرياضية لمشكلة برمجة عددية مختلطة ، حيث لايمكن أن يتخذ أى من المشروعات الأربعة قيمة بخلاف ١ أو صفر ٠

٢ـ قم بحل المشتقة الأولى على أساس أنها مشكلة برمجة خطية ، ومن الحل الأمثل قم بتكوين القطعيةالاولى من قطعيات جوموري والتى تؤدى الى تحقيق قيد اتخاذ المتغير المعين لقيمة = ١ أو صفر ، وقم بحل المشتقة الجديدة بالبرمجة الخطية ٠

٣ـ قم بتكوين القطعية الثانية من قطعيات جوموري وعزز بها الحل السابق لتحصل على المشتقة الثالثة ٠ استخدم طريقةالسمبلكس الثنائية لتحقيق شرط عدم السالبية ٠ قف عند هذا الحد ، ودون ملاحظاتك على المشكلة ٠

الفصل السادس

نماذج التحليل الشبكي في تخطيط وجدولة تنفيذ المشروعات

١ _ مقدمة :

يعتبر كل من أسلوب تقييم ومراجعة البرامج (PERT)(١) واسلوب المسار الحرج (CPM)(٢) امتدادا طبيعيا لأساليب التحليل الشبكي التي جرى على استخدامها في العلوم الطبيعية والهندسية منذ قرون . غير أن الميلاد الحقيقي لهذين الأسلوبين كأدوات ادارية فعالة في تخطيط وجدولة تنفيذ المشروعات ومتابعة عمليات التنفيذ والرقابة عليها ، قد تم أواخر خمسينيات هذا القرن . ففي عام ١٩٥٧ قامت شركة دى بونت Du pont الأمريكية بتصميم أسلوب المسار الحرج لأغراض تخطيط وجدولة تنفيذ أحد مصانع الكيماويات التابع لها ، ثم انتشر استخدام الأسلوب بعد ذلك في عدد من المجالات أهمها مجالات الصناعات الانشائية عموما . أما أسلوب تقييم ومراجعة البرامج فقد صمم بتعاون مجموعة من فرق البحاث في عامي ١٩٥٨/ ١٩٥٩ لحساب البحرية الامريكية بغرض تخطيط وجدولة تنفيذ مشروعاتها العسكرية ولأغراض التحكم في شبكات الأسلحة الهجومية والدفاعية . وقد انتشر استخدام هذا الاسلوب أيضا منذ ذلك التاريخ في كل من المجالات الاستراتيجية ومجالات تخطيط وجدولة تنفيذ المشروعات باختلاف أنواعها .

ويتشابه الاسلوبان من حيث الأسس والأطر والاجراءات . فكل منهما يؤدى الى توفير أفضل الخطط لتنفيذ المشروعات طبقا لتتابعها الزمنى والتقنى ، كما يوفر البيانات اللازمة لمتابعة التنفيذ بكفاءة عن طريق التركيز على المهام أو العمليات التى تمثل مراكز اختناق . غير أنهما يختلفان من حيث اسس واجراءات حساب الزمن اللازم لتنفيذ كل مهمة

---

(١) Program Evaluation and Review Technique.

(٢) Critical Path Method

أو عملية من عمليات المشروع • ويعتبر الأسلوبان من أهم أساليب ادارة تنفيذ المشـــروعات حيث يمكننا من أداء الوظائف وانجاز المهام المتعلقة بالتخطيط والجدولة والمتابعـــــة بكفاءة عالية •

وسوف نعرض لكل من الأسلوبين بقليل من التفصيل فى هذا الفصل بهدف توضيـــح المفاهيم وخطوات التطبيق العملى • كما نعرض فى نهاية الفصل الى كيفية استخدام البرمجة الخطية فى تحديد " المسار الحرج " •

٢ــ مجالات التطبيق والشروط والخصائص الواجب توافرها فيها :

لقد أصبحت مجالات تطبيق كل من أسلوبى المسار الحرج وتخطيط ومراجعة البرامج من التعدد والتنافر بحيث يمكن القول أنهما يصلحان للتطبيق فى أى مجال من المجـالات مادامت الشروط والخصائص اللازمة لتطبيقهما متوافرة • فيمكن تطبيقهما فى مجالات تتـراوح بين تخطيط ابتكار وتوزيع وانتشار منتج جديد وبين تخطيط وجدولة وتنفيذ مشـــروع استراتيجى حيوى وهام وكبير • فهما يستخدمان فى المشروعات الأنشائية للمبانى والمصانع والطرق والكبارى ، وفى تخطيط وجدولة انتاج الالات والمعدات والسفن والطائرات ، وفى تخطيط تنفيذ خطط انتشار الأسلحة الاستراتيجية وغيرها • وهما فى كل الأحوال التى يتم استخدامها فيها يحققان هدفين هامين :

١ــ جدولة تنفيذ العمليات المختلفة والمهام المتعددة للمشروع كله بحيث يتم التنفيذ فى أقل وقت ممكن وبأقل التكاليف الممكنة •

٢ــ تحديد المهام والأنشطة التى تستلزم عناية خاصة أثناء التنفيذ حتى يمكن تلافـــى الاختناقات والتأخير فى عمليات التنفيذ ، ويؤدى ذلك الى تحقيق وفورات لا يستهان بهـا فى تكاليف التنفيذ وفى العائد المفقود نتيجة التأخير فى التنفيذ •

ويمكن تطبيق أى من الاسلوبين لاغراض تخطيط وجدولة تنفيذ مشروع معين أو انجاز هدف أو مهمة معينة اذا توافر فى المشروع أو الهدف المرغوب كل من الخاصيتين التاليتين:

١ــ يجب أن يتكون المشروع أو المسار المحقق للهدف المرغوب من مجموعة محددة من العمليات أو المهام أو الأنشطة ، يقبل كل منها التعريف والتحديد الدقيق وتتمـــيز كل منها عن الأخرى بسهولة •

٢ ـ يجب أن تكون العمليات أو المهام أو الانشطة منتظمة ، بمعنى امكانية جدولتها فى شكل متوالية فنية متتابعة ، تكون فى مجموعها الخطوات المنطقية لتنفيذ المشروع أو لتحقيق الهدف . ويلزم أن لايكون هناك تداخل متبادل بين العمليات أو الأنشطة أو المهام المختلفة فى تنفيذ المشروع أو فى تحقيق الهدف .

٣ ـ أساسيات نماذج التحليل الشبكى :

يلزم لتطبيق أسلوب المسار الحرج أو اسلوب تخطيط وجدولة المشروعات ، أن يتم تحليل المشروع أو تجزئته الى مهام محددة وواضحة . فيلزم أن يتم تحديد وتعريف كل جزئية من المشروع والمهام اللازمة لتنفيذها بوضوح ودقة حتى تتوافر امكانية التمييز بين الأنشطة أو المهام المؤدية الى انجاز كل جزئية من الجزئيات والاحداث المترتبة على هذا الانجاز والمرتبة لها . وفى اطار نماذج التحليل الشبكى يكون للنشاط أو المهمة دلالة محددة كما يكون للحدث مغزى معين .

فالنشاط أو المهمة هى أداء وظيفى يستنفد موارد اقتصادية ويتم تعريفه بدلالة الزمن اللازم لانجازه ، وعندما يتحقق انجازه باستنفاد الزمن المقرر له يتحقق حدث معين. والحدث المعين يكون بالتبعية هو اللحظة الزمنية المؤذنة بانتهاء النشاط أو المهمة (أو بابتداء النشاط أو المهمة) ، أو بانجاز جزئية معينة من المشروع (أو البدء فى جزئية معينة من المشروع) . فقراءة صفحة من هذا الكتاب تعد نشاطا أو مهمة تستغرق وقتا وتستنفد طاقة وجهدا . وعند البدء فى قراءتها يتحقق حدث " البدء فى قراءة الصفحة " وعند الانتهاء من قراءتها يتحقق حدث " الانتهاء من قراءة الصفحة " والذى قد يكون هو نفس حدث " البدء فى قراءة الصفحة التالية " ، والتى هى نشاط آخر يستلزم وقتا وجهدا اضافيين .

وبعد أن يتم تحليل المشروع الى الانشطة والمهام اللازمة لتنفيذه وتحديد أحداث البدء والانجاز الخاصة بكل نشاط أو مهمة ، يتم وضع نتائج هذا التحليل فى جدول " التتابع الفنى لانجاز عمليات المشروع " ككل . وحيث الأنشطة والمهام هى التى تستغرق وقتا بينما الاحداث لاتستغرق أى وقت ، فان جدول التتابع الفنى للعمليات يحدد الأزمنة اللازمة لانجاز كل نشاط أو مهمة عن طريق علاقات أحداث البدء والانتهاء ، فاذا كان الوقت

المقرر لقراءة الصفحة هو خمس دقائق مثلا ، وكان حدث البدء في القراءة هو الساعة الرابعة والنصف مساء ، فان حدث الانتهاء يجب أن يكون الساعة الرابعة وخمسة وثلاثون دقيقة مساء . فاذا كان الحدث الأول هو (أ) والحدث الثاني هو (ب) فان " نشاط " قراءة الصفحة يستغرق وقتا يساوي (ب ـ أ) ، أو الفرق بين الحدثين . وعادة مايطلق على كل نشاط أو مهمة اسما يميزها عن الانشطة أو المهام الأخرى ، وعادة ماتكون هذه التسمية في صورة رمزية . كما يتضمن جدول التتابع الفني للعمليات في كثير من الاحيان على توصيف طبيعة كل نشاط والاجراءات اللازمة لانجازه . ويوضح الجدول (٦/ ١) التتابع الفني لعمليات تصنيع محرك كهربائي وتجميعها (مبسطة الى أقصى درجات التبسيط) .

وبعد أن يتم اعداد جدول (أو جداول) التتابع الفني لعمليات تنفيذ المشروع (أو لجزئياته اذا كان المشروع كبير)، يتم اعداد خريطة شبكية توضح هذا التتابع والانشطة والاحداث المميزة له والأزمنة اللازمة لانجاز كل نشاط من الانشطة، وقد جرت العادة على تمثيل النشاط أو المهمة على الخريطة بسهم تقع قاعدته عند حدث بدء النشاط وتقع قمته عند حدث انتهاء النشاط ، كما جرت العادة على تمثيل الاحداث بدوائر تربط الانشطة أو المهام ببعضها البعض.[1] ويوضح الشكل رقم (٦/ ١) خريطة التتابع الفني للمثال الموضح في الجدول (٦/ ١) .

فالنشاط (أ) مثلا يبدأ بالحدث رقم (١) وينتهي بتحقق الحدث رقم (٢) والذي بتحققه تكون جميع المواد الخام اللازمة لكل العمليات قد تم تحضيرها، ويستغرق هذا التحضير ثلاث ساعات ، وبالتالي فهي الزمن المقرر لانجاز النشاط (أ) .

وعادة ماتظهر خريطة التتابع الفني بالاضافة للمسميات الرمزية للانشطة المختلفة ، الأزمنة اللازمة لانجاز كل منها . وقد جرت العادة على وضع التسمية الرمزية للنشاط أعلى

---

(١) ليست هذه هي الطريقة الوحيدة لتمثيل الاحداث والانشطة على خريطة التتابع الفني . وتوجد طريقة أخرى لها عديد من المزايا ولكنها غير منتشرة الاستخدام . انظر د . عبد الحي مرعي ، محاسبة التكاليف لاغراض التخطيط والرقابة، دار المطبوعات الجامعية، ١٩٨٠ ، الفصل الرابع عشر ، لعرض مبسط لهذه الطريقة البديلة .

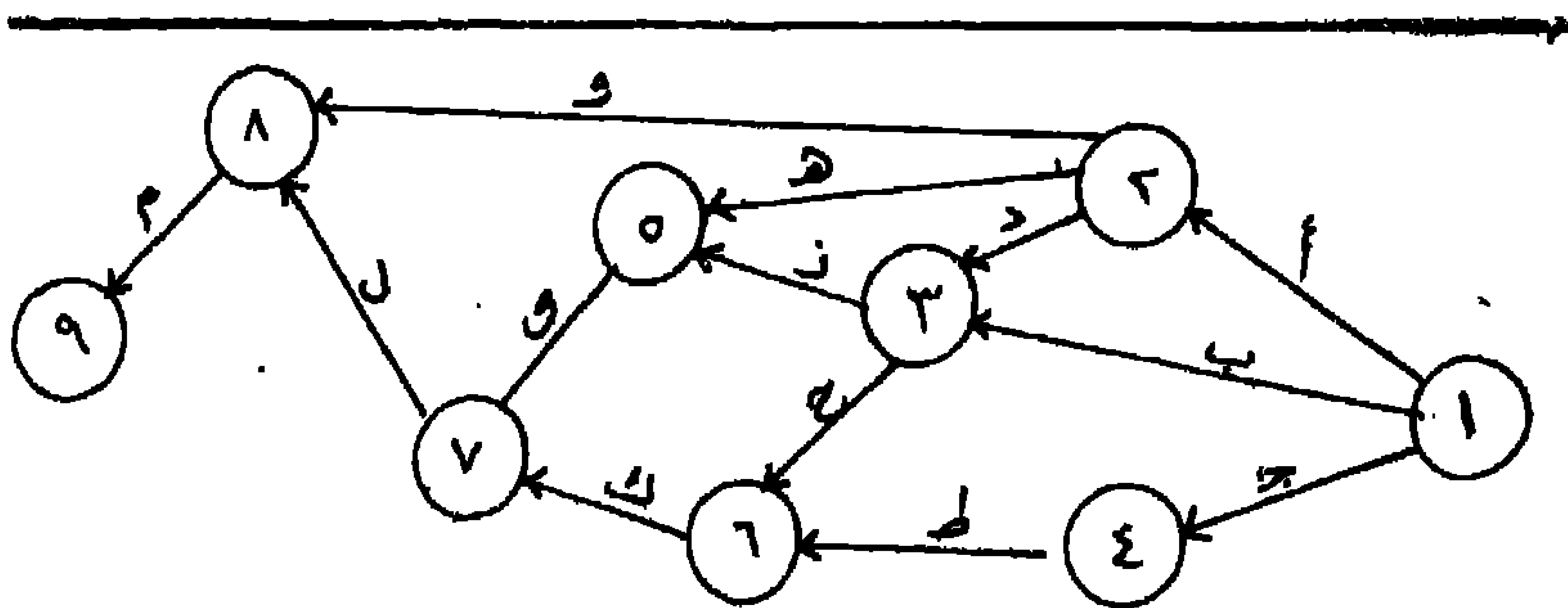
جدول (٦/ ١)

التتابع الفنى للعمليـــــــات

النشاط	توصيف النشـــــاط	الاحداث السابقة	الاحداث اللاحقة	الزمن اللازم بالساعة
أ	تحضير المواد الخام لكل العمليات	١	٢	٣
ب	اعداد الآلات للتشغيل	١	٣	٢
جـ	اعداد الملفات الكهربائية	١	٤	٥
د	تغذية الآلات بمواد التصنيع	٢	٣	٢
هـ	تحضير المواد العازلة	٢	٥	٢
و	تحضير مواد الطلاء	٢	٨	١
ز	تصنيع الجزء ٣١٢	٣	٥	٣
ح	تصنيع الجزء ٥٠٢	٣	٦	٥
ط	تركيب الملفات الكهربائية	٤	٦	٤
ى	عزل الجزء ٣١٢	٥	٧	٢
ك	تجميع الملفات فى الجزء ٥٠٢	٦	٧	٣
ل	تركيب الجزء ٥٠٢ فى الجزء ٣١٢	٧	٨	٤
م	طلاء المحرك	٨	٩	٢

شكل رقم (٦/ ١)

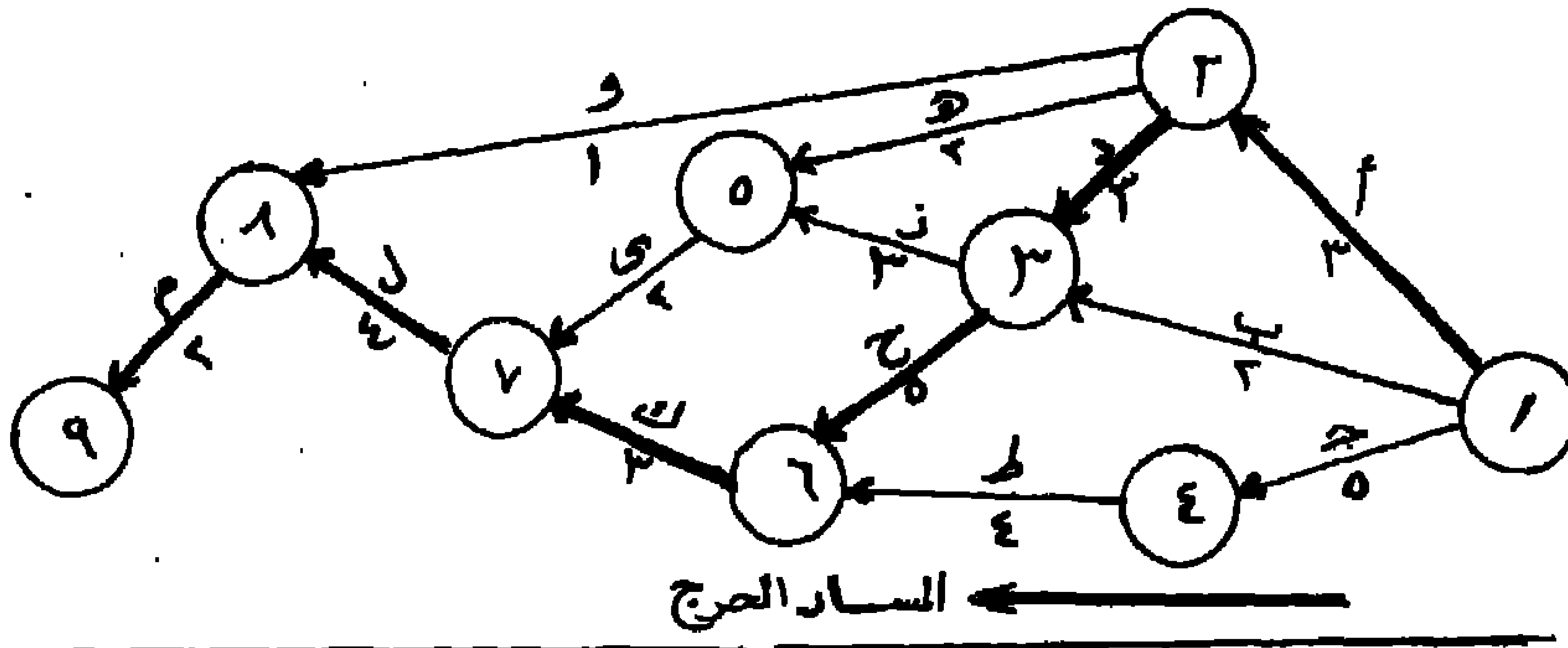
خريطة التتابع الفنى للعمليات



أعلى السهم الخاص به ووضع الزمن اللازم لانجاز النشاط أسفل السهم ٠ واذا قمنا باجراء ذلك من واقع جدول التتابع الفنى لظهرت خريطة التتابع الفنى بأزمنة الانجاز كما هو موضح بالشكل رقم (٦/ ٢) ٠

شكل (٦/ ٢)

خريطة التتابع الفنى موضحا فيها أزمنة الانجاز



٣ـ١ـ تحديد المسار الحرج :

بعد اعداد خريطة التتابع الفنى وتوضيح الزمن اللازم لانجاز كل نشاط عليها، تصبح المهمة التالية هى تحديد المسار الحرج. والمسار الحرج هو ذلك المسار على الخريطة والذى يصل بين حدث البدء وحدث الانتهاء فى أطول زمن انجاز ممكن ٠ وحدث البدء هو النقطة الزمنية للبدء فى تنفيذ المشروع ككل ، وحدث الانتهاء هو النقطة الزمنية التى ينتهى فيها انجاز تنفيذ المشروع ككل ٠ وفى مثالنا بعاليه حدث البدء هو الحدث رقم (١) وحدث الانتهاء هو رقم (٩) ٠ ويمثل المسار الحرج وقت الانجاز المبكر للمشروع ككل، والذى لا يمكن التبكير فى اتمام الانجاز أو التنفيذ عنه دون تحمل تكاليف اضافية ٠

ويمكن تحديد المسار الحرج عن طريق حصر جميع المسارات على خريطة التتابع الفنى وتحديد الأزمنة اللازمة لانجاز كل منها وتحديد أكثرها استنفادا للوقت ليكون المسار الحرج ٠ وفى الخريطة بعاليه نجد أن لدينا سبعة مسارات كالآتى :

المســـــار	الزمن بالساعة	مجموع الساعات
الاول : ١ ← ٢ ← ٨ ← ٩	٣ + ١ + ٢	٦
الثاني : ١ ← ٢ ← ٥ ← ٧ ← ٨ ← ٩	٣ + ٢ + ٢ + ٤ + ٢	١٣
الثالث : ١ ← ٢ ← ٣ ← ٥ ← ٧ ← ٨ ← ٩	٣ + ٢ + ٣ + ٢ + ٤ + ٢	١٦
الرابع* : ١ ← ٢ ← ٣ ← ٦ ← ٧ ← ٨ ← ٩	٣ + ٢ + ٥ + ٣ + ٤ + ٢	١٩*
الخامس: ١ ← ٣ ← ٥ ← ٧ ← ٨ ← ٩	٢ + ٣ + ٢ + ٤ + ٢	١٣
السادس: ١ ← ٣ ← ٦ ← ٧ ← ٨ ← ٩	٢ + ٥ + ٣ + ٤ + ٢	١٦
السابع: ١ ← ٤ ← ٦ ← ٧ ← ٨ ← ٩	٥ + ٤ + ٣ + ٤ + ٢	١٨

فالمسار الثالث مثلا يبدأ بالحدث (١) ،ثم يتم انجاز النشاط (أ) في ثلاث ساعات ليتحقق الحدث (٢) ، ثم يتم انجاز النشاط (د) في ساعتين ليتحقق الحدث (٣) بانقضاء خمس ساعات على هذا المسار (٣+ ٢) ثم يتم انجاز النشاط (ز) والذى يستغرق ٣ ساعات ليتحقق الحدث (٥) بانقضاء ٨ ساعات على هذا المسار ، ثم يتم انجاز النشاط (ى) الذى يستغرق ساعتين ليتحقق الحدث (٧) بانقضاء عشر ساعات ، ثم يتم انجاز النشاط (ل) الذى يستغرق ٤ ساعات ليتحقق الحدث (٨) بانقضاء ١٤ ساعة ، ثم يتم انجاز النشاط (م) الذى يستغرق ساعتين ليتحقق الحدث (٩) بانقضاء ١٦ ساعة منذ حدث البدىء (١) ٠

ولكنه من الواضح أنه لا يمكن انجاز المشروع في ١٦ ساعة كما يتطلب المسار الثالث ، ذلك لان المسار الرابع يتطلب للوصول من حدث البدىء حتى حدث الانتهاء انقضاء ١٩ ساعة ٠ وانقضاء ١٦ ساعة على المسار الثالث يعني أن هناك انشطة لم تستكمل بعد على المسار الرابع ويلزم استكمالها لاستكمال المشروع ، وبالتالي فيعتبر المسار الرابع ، والـــذى يستغرق أطول وقت ممكن ، هو المحدد للزمن اللازم للانجاز المبكر للمشروع ككل ٠ وبذلـــك يكون المسار الرابع هو المسار الحرج لهذا المثال ٠ ويوضح المسار الحرج على خريطة التتابع الفني بأسهم مزدوجة كما هو واضح في الشكل (٦/ ٢) ٠

٣ــ٢ــ وقت الانجاز المبكر ووقت الانجاز المتأخر للأحداث :

قد يمكن حصر جميع المسارات الممكنة وحساب الزمن الكلي اللازم لانجاز المهــــــام أو الانشطة على كل منها بسهولة ، كما في المثال بعاليه ، اذا كان عدد الأنشطة والاحداث

قليلا . غير أن أى مشروع فعلى فى الواقع العملى عادة ماتتعدد فيه الأنشطة والاحداث بحيث يصعب ، ان لم يستحيل تحديد كل المسارات الممكنة وحساب الزمن الكلى لكل منها دون خطأ . ويحتاج الامر فى ظل هذه الظروف الى البحث عن وسيلة أخرى بخلاف الحصر الكلى الشامل لكل المسارات الممكنة ، والازمنة اللازمة لكل منها لتحديد المسار الحرج . ذلك لأن المسار الحرج هو أهم المسارات من حيث احتوائه على كل الأنشطة والمهام التى يمكن أن تعوق تنفيذ المشروع ككل وتؤدى الى تأخره عما هو مقرر له . وبالتالى فالعمليات والأنشطة والمهام التى تقع عليه تحتاج للعناية والمتابعة والرقابة عن كل العمليات والأنشطة والمهام الأخرى .

ويتم تحديد المسار الحرج عملا عن طريق حساب وقت الانجاز المبكر ووقت الانجاز المتأخر لكل حدث من الاحداث . ويتحدد المسار الحرج بذلك المسار الذى يقع فيه الاحداث التى يتساوى وقت انجازها المبكر مع وقت انجازها المتأخر .

ويتحدد وقت الانجاز المبكر لكل حدث من الاحداث بأطول وقت ممكن يمكن أن يؤدى الى تحقيق الحدث على كل من المسارات المؤدية اليه . ويتم تحديده لكل حدث من الاحداث بالابتداء بحدث البدء الذى يفترض أن وقت انجازه المبكر هو نقطة الصفر على مقياس الزمن ثم التقدم فى اتجاه أسهم الانجاز للانشطة والمهام للاحداث التالية على خريطة التتابع الفنى . ويكون وقت الانجاز المبكر للحدث التالى مساويا لأطول وقت يستنفد فى سبيل الوصول الى الحدث عن طريق كل من المسارات الموصلة له ، وهكذا .

ولتوضيح ذلك دعنا نرمز لوقت الانجاز المبكر بالرمز $ق_ر$. ولنعود الآن للخريطة فى الشكل (٦/٣) الخاصة بالمثال بعاليه . وحيث أن وقت الانجاز المبكر للحدث الأول (حدث البدء) يساوى الصفر بالتعريف ، أى أن $ق_{ر١}$ = صفر ، فاننا نبدأ

بحساب وقت الانجاز المبكر للأحداث التالية له كالآتى :

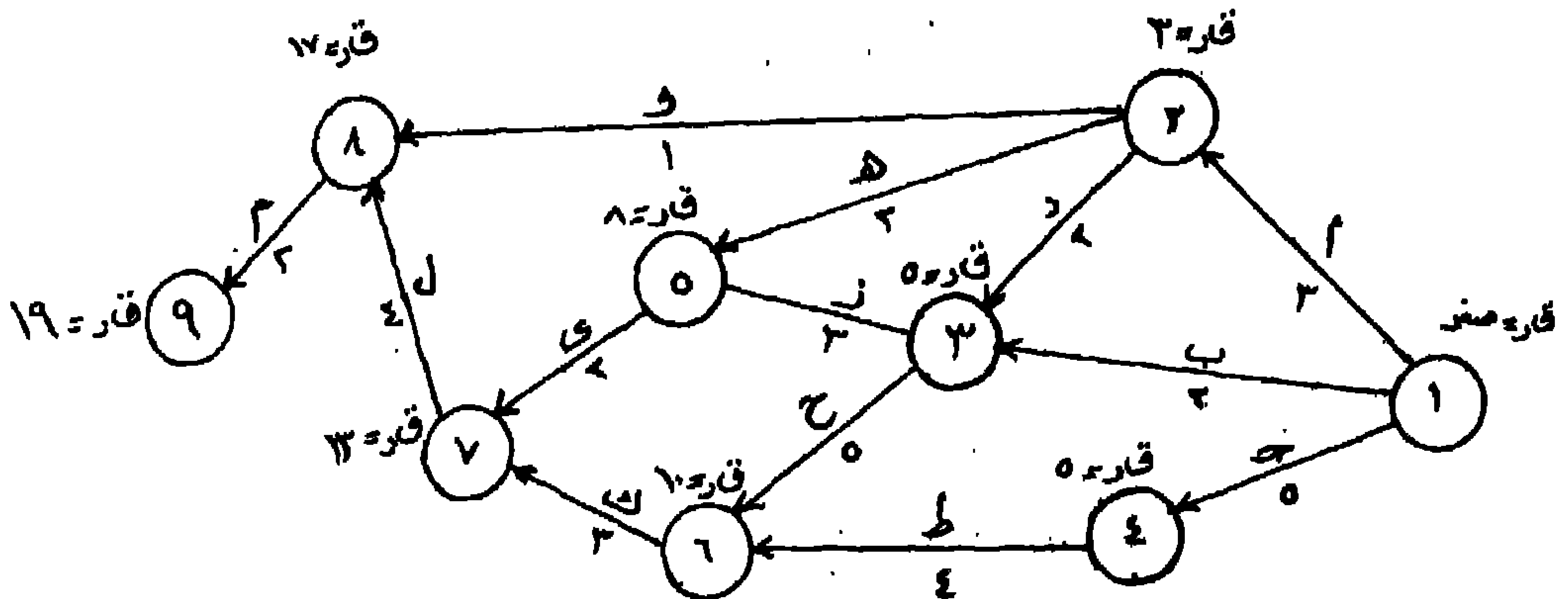
الحدث (٢) : النشاط الوحيد الموصل اليه هو النشاط (أ) الذى يستغرق ٣ ساعات
وقت الانجاز المبكر للحدث ٢ ، أى $ق_{ر٢}$ = وقت الانجاز المبكر للحدث
السابق + وقت انجاز النشاط (أ) = صفر + ٣ = ٣ .

الحدث (٣): يوصل اليه نشاطين : النشاط (ب) والنشاط (د).
عن طريق النشاط (ب): $ق_{ر٣}$(ب) = وقت الانجاز المبكر للحدث السابق (١)
+ وقت انجاز النشاط (ب) = صفر + ٢ = ٢
عن طريق النشاط (د) : $ق_{ر٣}$(د) = وقت الانجاز المبكر للحدث السابق
(٢) + وقت انجاز النشاط (د) = ٣ + ٢ = ٥
∴ $ق_{ر٣}$ = أكبر [$ق_{ر٣}$(ب) ، $ق_{ر٣}$(د)] = أكبر (٢، ٥) = ٥

الحدث (٥) يوصل اليه نشاطين : النشاط (هـ) والنشاط (ز)
عن طريق النشاط (هـ): $ق_{ر٥}$(هـ) = وقت الانجاز المبكر للحدث السابق
(٢) + وقت انجاز النشاط (هـ) = ٣ + ٢ = ٥
عن طريق النشاط (ز) = وقت الانجاز المبكر للحدث السابق (٣) + وقت
انجاز النشاط (ز) = $ق_{ر٣}$ + ق (ز) = ٥ + ٣ = ٨
∴ $ق_{ر٥}$ = اكبر [$ق_{ر٥}$(هـ) ، $ق_{ر٥}$(ز)] = ٨

وهكذا تتحدد أوقات الانجاز المبكرة لباقى الأحداث كما يتضح من الخريطة الموضحة فى الشكل (٦/٣) .

(شكل (٦ـ٣) خريطة التتابع الفنى مع $ق_{ر}$ للاحداث



ويلاحظ من الخريطة مثلا أن الحدث (٧) يؤدى اليه النشاطين ك ، ى ٠ وعن طريق النشاط ك يتطلب تحقيق الحدث (٧) تحقق الحدث (٦) الذى تحدد وقت انجازه المبكر بعشرة ساعات ، بالاضافة الى انجاز النشاط (ك) الذى يسغرق ٣ ساعات لتكون جملة الزمن المطلوب ١٣ ساعة ٠ بينما عن طريق النشاط (ى) يتطلب الأمر ٨ ساعات للوصول للحدث (٥) ثم ساعتين لانجاز النشاط (ى) لتكون جملة الزمن المطلوب ١٠ ساعات ٠ وحيث لايمكن تحقق الحدث (٧) قبل انجاز النشاط (ك)، والذى لايمكن البدء فيه قبل تحقق الحدث (٦) ، فيكون وقت الانجاز المبكر للحدث (٧) مساويا ١٣ ساعة ٠

ويتحدد وقت الانجاز المتأخر (ق م) لكل حدث من الأحداث بالرجوع للخلف على خريطة التتابع الفنى مبتدئين بالحدث الأخير، والذى يفترض أن وقت انجازه المبكر يساوى وقت انجازه المتأخر ٠ ويتحدد وقت الانجاز المتأخر لكل من الاحداث السابقة بطرح أزمنة انجاز الأنشطة اللاحقة من وقت الانجاز المتأخر للاحداث اللاحقة واختيار أصغر حصيلة للطرح ٠

وبالرجوع لمثالنا بعاليه نجد أن قم للحدث (٩) = ١٩ ساعة = $ق_{ر٩}$ بالتعريف٠ وبالرجوع للخلف للحدث (٨) نجد أن النشاط المنبثق منه هو النشاط الوحيد (م) والذى يستغرق ساعتين ٠ وبطرح الساعتين من ١٩ ساعة يكون قم للحدث (٨) ، أى قم٨ = ١٩ ـ ٢ = ١٧ ٠

وبالنسبة لباقى الاحداث يكون قم كالآتى :

بالنسبة للحدث (٧) = قم ٨ ـ زمن انجاز النشاط (ل) المنبثق من الحدث (٧)

= قم٨ ـ ق(ل)

= ١٧ ـ ٤ = ١٣

بالنسبة للحدث(٦) قم٦= قم٧ ـ ق (ك)

= ١٣ ـ ٣ = ١٠

بالنسبة للحدث(٥)، قم٥= قم٧ ـ ق(ى)

= ١٣ـ٢ = ١١

بالنسبة للحدث (٤) ،ق م٤ = ق م٦ ـ ق (ط)

= ١٠ ـ ٤ = ٦

بالنسبة للحدث (٣) ينبثق منه نشاطين: النشاط (ز) والنشاط (ح)

قم٣(ز) = قم٥ ــ ق(ز)

= ١١ ــ ٣ = ٨

قم٣(ح) = قم٦ ــ ق(ح)

= ١٠ ــ ٥ = ٥

∴ قم٣ = أقل [قم ٣ (ز)، قم٣ (ح)]

= أقل [٨ ، ٥] = ٥

بالنسبة للحدث (٢) ينبثق منه ثلاثة أنشطة هي : (د)، (هـ)، (و)

قم٢ (د) = قم٣ ــ ق (د) = ٥ــ٢ = ٣

قم٢ (هـ) = قم٥ ــ ق (هـ) = ١١ــ٢ = ٩

قم٢ (و) = قم٨ ــ ق (و) = ١٧ــ١ = ١٦

∴ قم٢ = أقل [٣ ، ٩، ١٦] = ٣

بالنسبة للحدث (١) ينبثق منه ثلاثة أنشطة هي : (أ)، (ب)، (جـ)

قم١ (أ) = قم٢ ــ ق (أ) = ٣ ــ ٣ = صفر

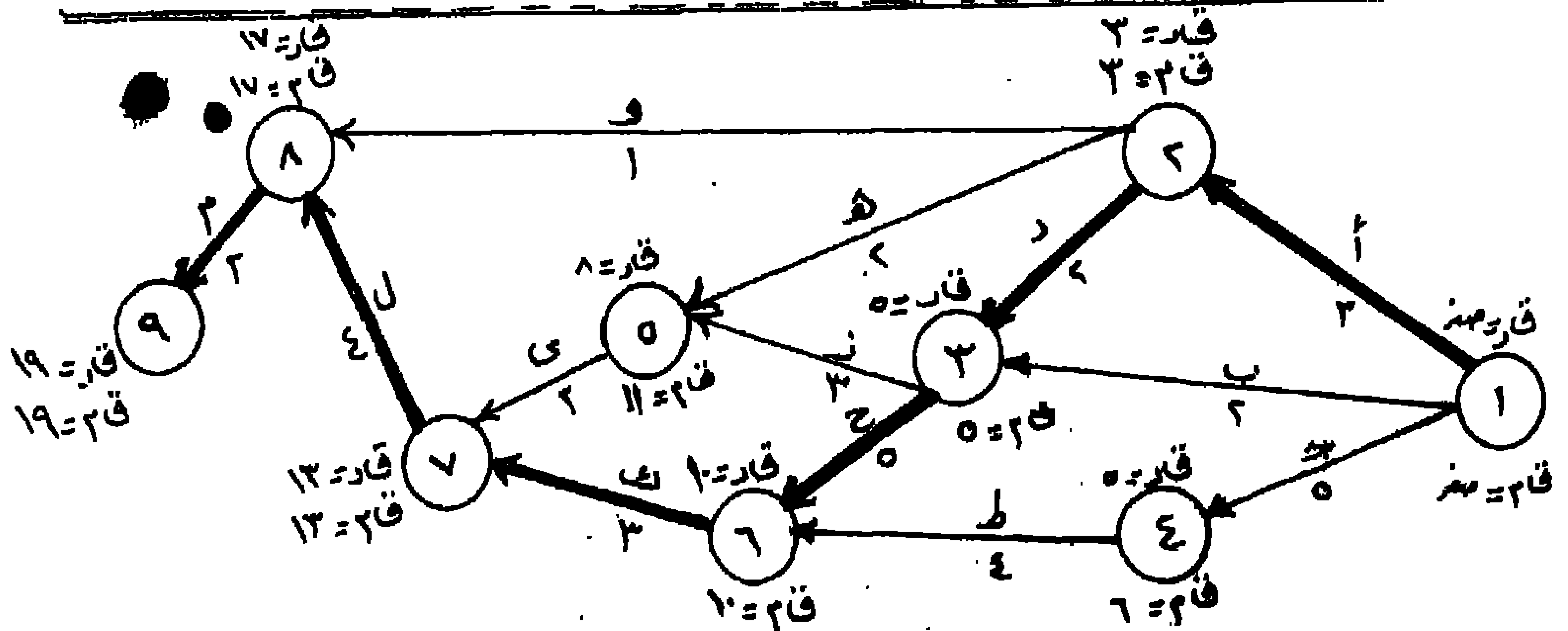
قم١ (ب) = قم٣ ــ ق(ب) = ٥ــ ٢ = ٣

قم١ (جـ) = قم٤ ــ ق(جـ) = ٦ ــ ٥ = ١

∴ قم١ = أقل [صفر، ٣ ، ١] = صفر

ويوضح الشكل (٦/ ٤) خريطة التتابع الفنى موضحا عليها أوقات الانتهاء المبكر (ق ر) وأوقات الانتهاء المتأخر (قم) لكل من الاحداث التسعة • ويلاحظ من الخريطة أن ق ر = قم للأحداث التالية : (١)، (٢)، (٣)، (٦)، (٧)، (٨)، (٩) • وبالتالى فتقع هذه الاحداث على المسار الحرج وتحدده •

شكل (٦/ ٤) خريطة التتابع الفنى مع ق ر ، قم للأحداث



٣ـ٣ـ الوقت الفائض وخصائص المسارات :

يقع على المسار الحرج عمليات المشروع التي تحتاج لعناية خاصة ، حيث تمثل مراكز الاختناق ، والتي اذا تأخر تنفيذ احداها عن الزمن المقرر يتأخر تنفيذ المشروع كلـــه. وبالتالي فالانتهاء من تنفيذ المشروع في الوقت المحدد له يتوقف على الانتهاء مـــن العمليات أو الأنشطة الواقعة على المسار الحرج في الوقت المحدد لكل منها • ويترتـب على انجاز نشاط معين على المسار الحرج (أو على المسارات الأخرى) تحقق حدثا معينا يؤذن بانتهاء انجاز النشاط ويؤذن بالبدء في الأنشطة التالية • فالحدث هو نقطـة انتهاء انجاز نشاط أو أنشطة وبداية انجاز نشاط أو أنشطة تالية • وحيث يكون لكل حدث وقتان للأنجاز هما وقت الانجاز المبكر (قر) ووقت الانجاز المتأخر (قم) فان تســاوى هذين الوقتين يعني أن أى تأخير في تحقيق هذا الحدث عن طريق التأخر في انجـاز العمليات أو الأنشطة السابقة يؤدى الى تأخر تنفيذ المشروع كله • ولذلك فيقع على المسار الحرج كل الأحداث التي يتساوى فيها وقت الانجاز المبكر مع وقت الانجاز المتأخر، ويترتب على ذلك أن كل الأنشطة التي تقع على المسار الحرج تكون ذات حساسية خاصة لانعـدام المرونة في امكانية تأخير تنفيذ أى منها دون تأخير المشروع كله • ولذلك يقال أن هـذه الانشطة ليس لها وقت فائض ، أو أن الوقت الفائض لها يساوى الصفر •

الا أن العمليات أو الانشطةالتي لاتقع على المسار الحرج من جهة أخرى، قد يمكن التأخير في انجاز كل منها أو بعضها دون التأخر عن انجاز المشروع كله في الوقت المحدد له • ويتحدد وقت التأخر في الانجاز لكل نشاط أو عملية في هذا الصدد بما يســمى بالوقت الفائض Slack Time لها • ويتميز الوقت الفائض الى قسمين : الوقت الفائض الكلي ، والوقت الفائض الحر • ويتحدد الوقت الفائض الكلي لكل عملية بالمعادلة الآتية :

الوقت الفائض الكلي للعملية = وقت الانتهاء المتأخر للحدث التالي ـ (وقت الانتهـاء المبكر للحدث السابق + الوقت اللازم لانجاز العمليـة أو النشاط)•

واذا رمزنا للوقت الفائض الكلي لكل عملية (ن) بالرمز ف (ن) فان حساب هـذا الوقت لكل عملية من العمليات في مثالنا بعاليه باستخدام المعادلة السابقة يكون كالآتــى (من واقع الشكل) :

ف(أ) = ق$_{م٢}$ − [ق$_{ر١}$ + ق(أ)] = ٣ − (صفر + ٣) = صفر

ف(ب) = ق$_{م٣}$ − [ق$_{ر١}$ + ق(ب)] = ٥ − (صفر + ٢) = ٣

ف(جـ) = ق$_{م٤}$ − [ق$_{ر١}$ + ق(جـ)] = ٦ − (صفر + ٥) = ١

ف(د) = ق$_{م٣}$ − [ق$_{ر٢}$ + ق(د)] = ٥ − (٣ + ٢) = صفر

ف(هـ) = ق$_{م٥}$ − [ق$_{ر٢}$ + ق(هـ)] = ١١ − (٣ + ٢) = ٦

ف(و) = ق$_{م٨}$ − [ق$_{ر٢}$ + ق(و)] = ١٧ − (٣ + ١) = ١٣

ف(ز) = ق$_{م٥}$ − [ق$_{ر٣}$ + ق(ز)] = ١١ − (٥ + ٣) = ٣

ف(ح) = ق$_{م٦}$ − [ق$_{ر٣}$ + ق(ح)] = ١٠ − (٥ + ٥) = صفر

ف(ط) = ق$_{م٦}$ − [ق$_{ر٤}$ + ق(ط)] = ١٠ − (٥ + ٤) = ١

ف(ى) = ق$_{م٧}$ − [ق$_{ر٥}$ + ق(ى)] = ١٣ − (٨ + ٢) = ٣

ف(ك) = ق$_{م٧}$ − [ق$_{ر٦}$ + ق(ك)] = ١٣ − (١٠ + ٣) = صفر

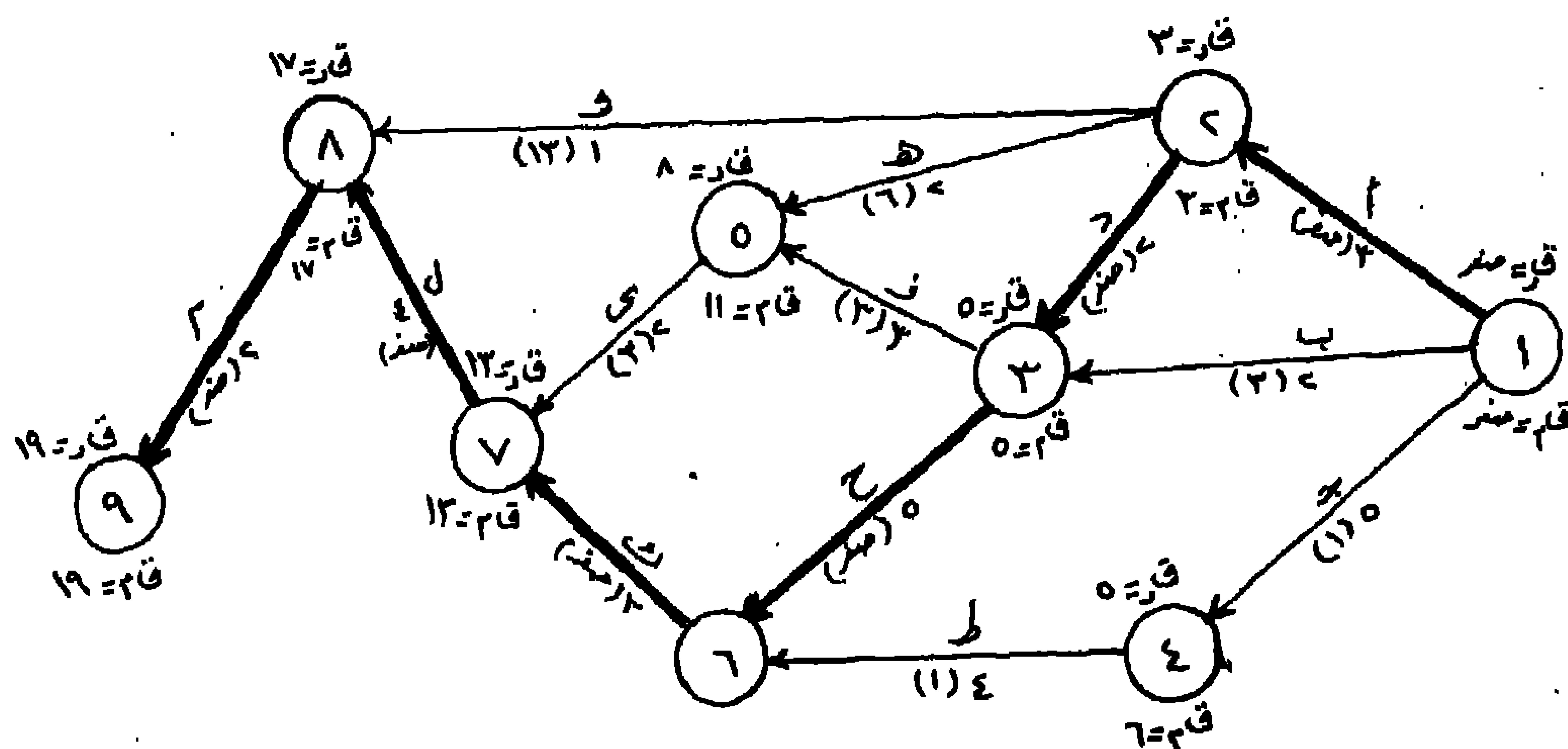
ف(ل) = ق$_{م٨}$ − [ق$_{ر٧}$ + ق(ل)] = ١٧ − (١٣ + ٤) = صفر

ف(م) = ق$_{م٩}$ − [ق$_{ر٨}$ + ق(م)] = ١٩ − (١٧ + ٢) = صفر

ويوضح الشكل (٦/ ٥) خريطة التتابع الفنى موضحا عليها الوقت الفائض لكل عملية من العمليات كما تم حسابه بعاليه • ويلاحظ أن الوقت الفائض قد وضع بين قوسين بجوار الوقت اللازم لانجاز العملية •

شكل (٦/ ٥)

خريطة التتابع الفنى مع الوقت الفائض لكل عملية من العمليات



كما يلاحظ أن الوقت الفائض الكلى للعمليات الواقعةعلى المسار الحرج يساوى صفر، ذلك لأن وقت الانجاز المبكر للمشروع كله يتساوى مع وقت الانجاز المتأخر له ، ويساوى ١٩ ساعة .

وتؤدى الطريقةالتى اتبعناها فى حساب الوقت الفائض الخاص بكل عملية من العمليات الى بعض المشاكل فيما يختص بتأخير العمليات التى لا تقع على المسار الحرج . فقد افترضنا بصدد حساب الوقت الفائض الكلى الخاص بكل عملية أن الحدث التالى لها يتحقق فى وقت انجازه المتأخر وأن الحدث السابق لها يتحقق فى وقت انجازه المبكر . ويترتب على ذلك عند اختلاف الوقتين لحدث معين أن يحدث ازدواج فى حساب الوقت الفائض للعمليات السابقة واللاحقة لهذا الحدث . ولتوضيح ذلك دعنا نتفحص النشاطين (جـ) و (ط) على المسار ١ ← ٤ ← ٦ . لاحظ أن الوقت الفائض للنشاط (جـ) يفترض أن النشاط (ط) سوف يبدأ بعد أن يتحقق الحدث (٤) فى ٦ ساعات ، بينما الوقت الفائض للنشاط (ط) تم حسابه على أساس أن الحدث (٤) سوف يتحقق فى ٥ ساعات ، أى فى وقت انجازه المبكر . ولو تم تأخير النشاط (جـ) ساعة وهو يستغرق فى انجازه ٥ ساعات ، وتم تأخير النشاط (ط) ساعة وهو يستغرق فى انجازه ٤ ساعات لترتب على ذلك تأخر تحقق الحدث (٦) والذى يلزم تحقيقه فى ١٠ ساعات ، الى ١١ ساعة [(٥+ ١) + (٤+ ١)] والواقع أن الوقت الفائض الذى يمكن تخصيصه بين النشاطين هو ساعة واحدة ، كما يوضحها الفرق بين $ق_{ر٤}$ و $ق_{م٤}$ ، حيث يقع الحدث الرابع بين النشاطين . وبالتالى فاذا تأخر النشاط (جـ) ساعة فيلزم أن لا يتأخر النشاط (ط) بأى شئ حتى يتحقق الحدث (٦) فى موعده . فالنشاطين (جـ) و (ط) يتشاركان فى فائض كلى مشترك قدره ساعة واحدة ، فاذا تأخر تنفيذ أحدهما بجزء منها فانه يمكن تأخير الثانى بما يتبقى من الساعة ولا أكثر .

ومن جهة أخرى دعنا نتفحص المسارين الجزئيين

٢ —د→ ٣ —ز→ ٥ —ى→ ٧

و ٢ —هـ→ ٥ —ى→ ٧

ونلاحظ أن العملية ى هى عملية مشتركة بين المسارين كما أن سوى الوقت الفائض الخاص بها يفترض أن الحدث (٥) يتحقق فى وقت انجازه المبكر $ق_{ر}$ = ٨ ، الا أن كل من العمليتين السابقتين (هـ) و (ز) يفترض فى شأن تحديد الوقت الفائض الخاص بهما أن الحدث (٥)

يتحقق فى وقت انجازه المتأخر قم = ١١ • وقد ترتب على ذلك أن أصبح الوقت الفائض للعملية (ز) = ٣ والوقت الفائض للعملية (هـ) = (٦) • غير أنه لو تأخر انجاز (ز) بثلاث ساعات وانجاز (هـ) بستة ساعات لما أصبح من الممكن أن يتأخر انجاز (ى) بأى شىء دون تأخير المشروع كله • وبناء على ذلك فيمكن أن تتأخر (هـ) لمدة ثلاثة ساعات دون أن تؤثر فى الوقت الفائض المشترك بين (ز) ، (ى) • فهى (هـ) لو تأخرت ٣ ساعات لتم انجازها فى وقت الانجاز المبكر للحدث (٥) والذى لا يؤثر فى الوقت الفائض المتاح للعملية (ى) ويطلق على هذه الساعات الثلاثة للعملية (هـ) الوقت الفائض الحر الخاص بها ، والذى لا يؤثر على باقى عمليات وأحداث المشروع •

ويعرف الوقت الفائض الحر لعملية ما بأنه الفرق بين تاريخ الانتهاء المبكر للعملية وتاريخ الانتهاء المبكر للحدث التالى لها • ويكون تاريخ الانتهاء المبكر للعملية مساويا تاريخ الانتهاء المبكر للحدث السابق لها مضافا اليه الوقت اللازم لانجاز العملية ، أى أن:

الوقت الفائض الحر = ق للحدث التالى ـ (ق للحدث السابق + ق للعملية) •

واذا رمزنا للوقت الفائض الحر للعملية (ن) بالرمز ف̂ (ن)، فان حسابه لعمليات المثال بعاليه تكون كالآتى :

ف̂ (أ) = ق ر٢ ـ [ق ر١ + ق(أ)] = ٣ ـ (صفر + ٣) = صفر

ف̂ (ب) = ق ر٢ ـ [ق ر١ + ق(ب)] = ٥ ـ (صفر + ٢) = ٣

ف̂ (جـ) = ق ر٤ ـ [ق ر١ + ق(جـ)] = ٥ ـ (صفر + ٥) = صفر

ف̂ (د) = ق ر٣ ـ [ق ر٢ + ق(د)] = ٥ ـ (٣ + ٢) = صفر

ف̂ (هـ) = ق ر٥ ـ [ق ر٢ + ق(هـ)] = ٨ ـ (٣ + ٢) = ٣

ف̂ (هـ) = ق ر[illegible] ـ [ق ر٢ + ق(و)] = ١٧ ـ (٣ + ١) = ١٣

ف̂ (ز) = ق ر٥ ـ [ق ر٣ + ق(ز)] = ٨ ـ (٥ + ٣) = صفر

ف̂ (ح) = ق ر٦ ـ [ق ر٣ + ق(ح)] = ١٠ ـ (٥ + ٥) = صفر

ف̂ (ط) = ق ر٦ ـ [ق ر٤ + ق(ط)] = ١٠ ـ (٥ + ٤) = ١

ف̂ (ى) = ق ر٧ ـ [ق ر٥ + ق(ى)] = ١٣ ـ (٨ + ٢) = ٣

ف̂ (ك) = ق ر٧ ـ [ق ر٦ + ق(ك)] = ١٣ ـ (١٠ + ٣) = صفر

ف̂ (ل) = ق ر٨ ـ [ق ر٧ + ق(ل)] = ١٧ ـ (١٣ + ٤) = صفر

ف̂ (م) = ق ر٩ ـ [ق ر٨ + ق(م)] = ١٩ ـ (١٧ + ٢) = صفر

واذا ماقمنا بمقارنة الوقت الفائض الكلي والوقت الفائض الحر لكل عملية من العمليات لاتضح الآتي :

١ــ يجب أن يكون الوقت الفائض الحر للعمليات التي تقع على المسار الحرج مساويا للصفر، حتى ولو كان الوقت الفائض الكلي لبعض هذه العمليات غير مساويا للصفر. فقد افترضنا في المثال بعاليه أن وقت الانتهاء المتأخر للمشروع كله يتساوى مع وقت انتهائه المبكر . ولذلك كان الوقت الفائض الكلي للعمليات الواقعة على المسار الحرج مساويا للصفر . أما اذا كان وقت الانتهاء المتأخر للمشروع كله يزيد عن وقت الانتهاء المبكر، فان الوقت الفائض الكلي المشترك لكل العمليات التي تقع على المسار الحرج سوف يساوي الفرق بين تاريخ الانتهاء المتأخر للمشروع كله وتاريخ الانتهاء المبكر له (افترض أن الانتهاء المتأخر للمشروع كله في المثال بعاليه يجب أن يتحقق في ٢١ ساعة وتحقق من ذلك عن طريق اعادة حساب الوقت الفائض الكلي للعمليات المختلفة) .

٢ــ بينما يلزم أن تقع كل العمليات التي يكون الوقت الفائض الكلي لها مساويا للصفر على المسار الحرج ، فانه لايلزم أن تقع كل العمليات التي يكون الفائض الحر لها مساويا للصفر على المسار الحرج .[على سبيل المثال العملية (جـ) والعملية (ز)] .

٣ــ اذا كان لعملية معينة وقت فائض كلي أكبر من صفر بينما وقتها الفائض الحر يساوي الصفر، فهذا يعني أنها تشترك في فائضها الكلي مع عملية أخرى أو أكثر، وأن هذا الفائض الكلي يمثل الحد الأقصى لتأخر تنفيذ جميع هذه العمليات المشتركة بصفة مجتمعة . [العملية (جـ) والعملية (ط) مثلا ، والعملية (ز) والعملية (ى) مثلا] .

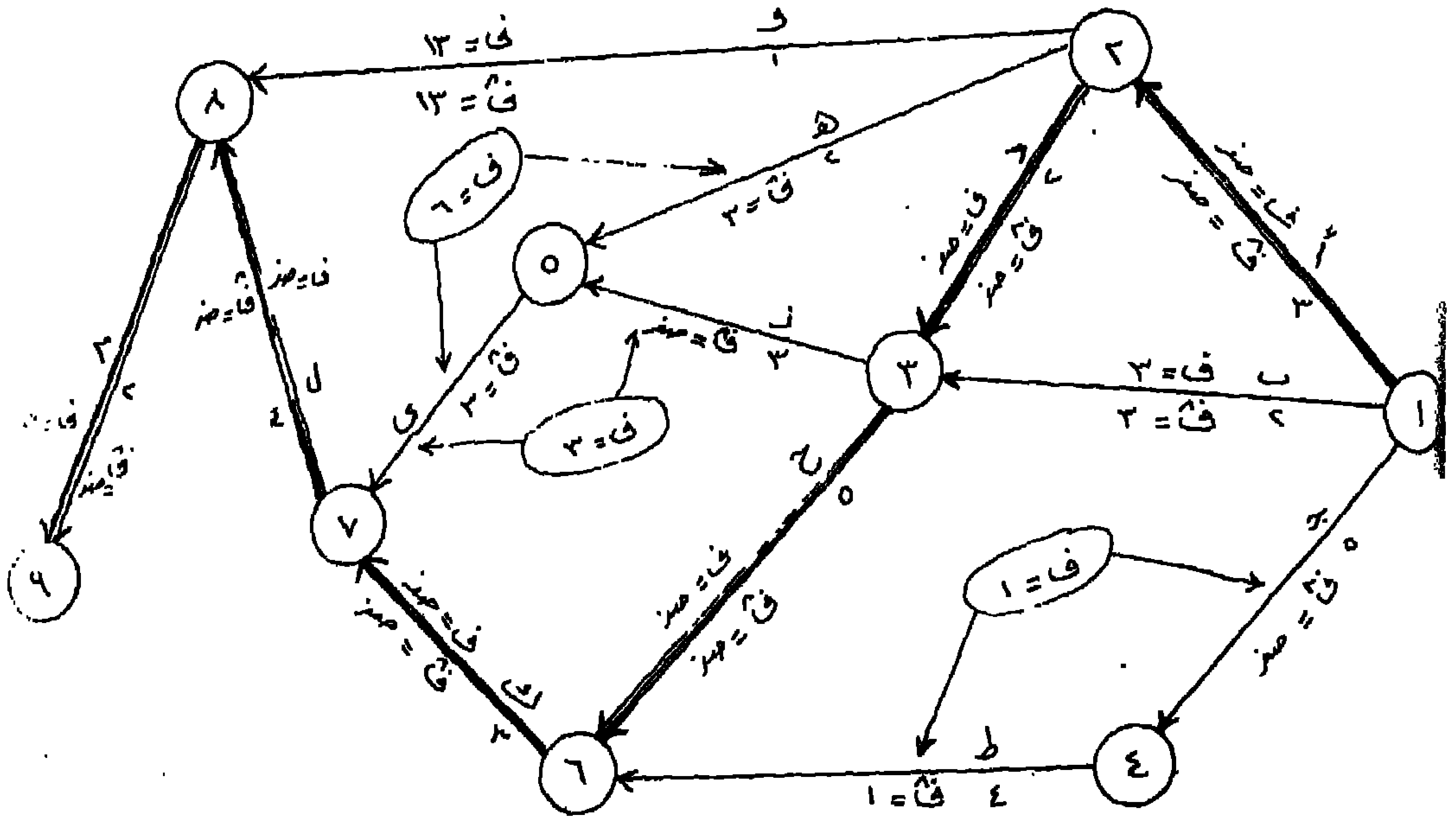
٤ــ يمثل الوقت الفائض الحر مقدار التأخير الذي يمكن أن يطرأ على تنفيذ العملية المعينة دون تأخير تنفيذ المشروع كله بشرط أن تلتزم باقي العمليات في التأخير المسموح به لها بالوقت الفائض الحر المخصص لها وليس بالوقت الفائض الكلي .

٥ ــ اذا اشتركت عمليتان أو أكثر في وقت فائض كلي مشترك ، فان هذا الفائض الكلي المشترك عادة مايتم تخصيصه بصدد حساب الوقت الفائض الحر لاحدى العمليات دون العمليات الأخرى [العملية (جـ) والعملية (ط) مثلا ، أو العملية (ز) والعملية (ى) مثلا] وهذا يعني أن الفائض الحر لعملية معينة قد يمكن من التأخر في تنفيذ عملية أخرى

مشتركة معها فى الفائض الكلى، اذ اتساوى الفائض الحر للعملية مع الفائض الكلى للعمليـــــات المشتركة .

وتوضح الخريطة التالية الوقت الفائض الكلى والوقت الفائض الحر لكل عمـــليــة من العمليات . وقد وضحنا المشاركة فى الوقت الفائض الكلى بين عمليات المشروع على الخريطة .

شكل (٦/٦) التتابع الفنى بالوقت الفائض الكلى والوقت الفائض الحر للعمليات



هذا ويعتبر كل من الوقت الفائض الكلى والوقت الفائض الحر من الأهمية بمكان فى تخطيط تنفيذ المشروع، وتخصيص الموارد المتاحة لهذا التنفيذ أفضل تخصيص ممكن . فالعمليـــة التى يكون لها وقت فائض حر خاص (أى ف (ن) ف̂ (ن) ، ف̂ (ن) > صفر)، كالعملية (هـ) مثلا ، يمكن تأخير تنفيذها بمقدار هذا الفـائض وتخصيص جزء من الموارد المخصصة لها للعمليات الأخرى التى تمثل عمليات اختناق . كما أن الفائض الكلى المشترك بـــين عمليات لا تقع على المسار الحرج يمكن تخصيصة على هذه العمليات بحيث يتم تأخيرها بصفة

مشتركة بما يحقق أكبر وفورات ممكنة فى الموارد اللازمة لعمليات الاختناق فى الوقت الفائض الكلى المتاح • وبالتالى تتاح للادارة مرونة أكبر فى تخصيص الموارد بين العمليات ، بما فيها مورد الزمن ، بما يحقق أكبر وفورات فى الزمن والتكلفة •

٤ — أسلوب تقييم ومراجعة البرامج :

يختلف أسلوب تقييم ومراجعة البرامج عن أسلوب المسار الحرج فى الكيفية التى تتخذ بها أزمنة تنفيذ العمليات الخاصة بالمشروع فى الاعتبار • ففى أسلوب المسار الحرج يفترض أن الوقت اللازم لتنفيذ كل عملية أو نشاط معروف بدرجة عالية من الثقة والتأكيد ، ربما من واقع الخبرة السابقة ، أو لثبات الفن التكنولوجى ، ومن ثم شبه انتفاء سيادة ظروف المخاطرة وعدم التأكد التى يمكن أن تحيط بتنفيذ المهام أو الأنشطة • أما فى أسلوب تقييم ومراجعة البرامج فيفترض سيادة ظروف المخاطرة أو عدم التأكد أو كلاهما • ولذلك فعادة ما يطبق أسلوب تقييم ومراجعة البرامج فى تخطيط وتنفيذ المشروعات التى تتضمن تقلبات كبيرة ومتعددة فى الفن التكنولوجى لتنفيذ المهام أو الأنشطة ، أو الذى على أساسه يتم التخطيط للمشروع وتنفيذه • كما يطبق الأسلوب أيضا فى الحالات التى لايمكن الاعتماد فيها على الخبرة السابقة بصدد التحقق من الزمن اللازم لتنفيذ أو انجاز المهام المختلفة بدرجة كافية من الثقة • فنتيجة لذلك فان تحديد أزمنة انجاز المهام والأنشطة فى ظل أسلوب تقييم ومراجعة البرامج يتم باستخدام الادوات الاحصائية الملائمة •

وقد أقترح فريق الباحثون الذين كان لهم الفضل فى تصميم الأسلوب اعتماد ثلاثة أزمنة لتنفيذ كل مهمة أو نشاط بدلا من الزمن الأوحد الذى يعتمد عليه بصفة كلية فى أسلوب المسار الحرج • ويتم تحديد كل من هذه الأزمنة الثلاثة بالتقدير والتنبأ التقنى • ويتم تقدير أحدى هذه الأزمنة الثلاثة انطلاقا من التفاؤل التام ، والآخر انطلاقا من الرغبة فى التنبأ الصحيح ، والثالث انطلاقا من التشاؤم التام •

ويتم تقدير زمن الانجاز التفاؤلى بافتراض أقل أوقات الانجاز الممكنة فى ظل أفضل ظروف الانجاز المحتملة ، والذى يكون احتمال اتمام الانجاز فى وقت يقل عنه مساويا ١٪ • كما يتم تقدير زمن الانجاز التشاؤمى بافتراض أطول أوقات الانجاز الممكنة فى ظل أسوأ ظروف يمكن أن تسود وقت اتمام الانجاز ، وبحيث يكون احتمال اتمام الانجاز فى وقت يزيد عنه

مساويا ١٪ ٠ أما زمن الانجاز الأكثر احتمالا ، فيتم تقديره بحيث يمثل قيمة متوسط أوقات الانجاز المحتملة بنسبة ٩٨ ٪ ٠ ولنرمز لهذه الاوقات الثلاثة بالرموز الآتية :

$ق_ل$ = وقت الانجاز التفاؤلى ،

$ق_ح$ = وقت الانجاز الأكثر احتمالا ،

$ق_ى$ = وقت الانجاز التشاؤمـــى ٠

وقد وجد عند تصميم نموذج " برت " أن توزيع بيتا Beta Distribution يعبر تعبيرا ملائما عن توزيع أوقات أو أزمنة الانجاز المحتملة للأنشطة أو المهام المختلفة فى ظل سيادة ظروف عدم التأكد ٠ ومن خواص توزيع بيتا أنه عادة مايكون توزيعا غيرمعتدلا ، ووحيد القمة ، وذا طرفين نهائيين موجبين ٠ وعادة مايمكن تقدير متوسط توزيع بيتا ($\overline{ق}$) وانحرافه المعيارى (σ) على وجه التقريب من المعادلتين التاليتين :

$$\overline{ق} = [ق_ل + ٤ ق_ح + ق_ى] \div ٦ \qquad [١]$$

$$\sigma = [ق_ى - ق_ل] \div ٦ \qquad [٢]$$

وتستخدم المعادلتين [١] ، [٢] فى نموذج " برت " لحساب الزمن المقدر لانجاز كل من المهام والأنشطة اللازمة لاتمام المشروع موضوع تطبيق النموذج ٠ فاذا كانت الأنشطة أو المهام (ن) ، فان الزمن المقدر لانجاز كل نشاط أو مهمة (ن) يتحدد بالمعادلة [١] والانحراف المعيارى بالمعادلة [٢] ٠ وبعد حساب $\overline{ق}$ (ن) و σ (ن) لكل الأنشطة والمهام يتحدد المسار الحرج من واقع $\overline{ق}$ (ن) بحيث يكون ذلك المسار الذى يكون فيه مجموع $\overline{ق}$ (ن) للانشطة أو المهام أكبر مايمكن ٠

غير أن نموذج " برت " لايقف عند هذا الحد ، فهو يرتكز على النظرية الاحصائيـة وعلى الأخص على نظرية النهاية المركزية Central Limit Theorem لتوفير البيانات اللازمة لاتخاذ القرارات الملائمة فى شأن تخطيط تنفيذ وجدولة توقيت عمليات تنفيذ المشروع والرقابة عليها ٠ وطبقا لنظرية النهاية المركزية يكون توزيع مجموع التوزيعات الفردية لأوقات انجاز الانشطة المختلفة توزيعا معتدلا بمتوسط حسابى يساوى مجموع متوسطات الانشطة وتباين يساوى مجموع تباينات الأنشطة ٠ وتستخدم هذه المعلومة فى نموذج " برت " لايجاد التوزيع الاحتمالى المعتدل لاوقات انجاز عمليات المسار الحرج ، والتى يكون فيـه طبقا لما تقدم ، المتوسط الحسابى ، والانحراف المعيارى معروف مقدما ٠ ويمكن هذا التوزيع

معروف الخصائص من اشتقاق احتمال اتمام انجاز المشروع فى أى زمن يتحدد مقدما لأى سبب من الأسباب ٠

هذا وسوف نستعين ببيانات مثالنا السابق لتوضيح هذه الاجراءات والمفاهيم٠ غير أننا سوف نفترض أنه قد تم اجراء تقديرات الأزمنة التالية للعمليات الواقعة على المسار الحرج :

العملية أو النشاط	أ	د	ح	ك	ل	م
$ق_ل$	٢	١	٢	٢	٣	١
$ق_ح$	٣	١½	٥	٢½	٤	٢
$ق_ى$	٤	٥	٨	٦	٥	٣

ومن واقع هذه البيانات يتم حساب ($\bar{ق}$) لكل عملية أو نشاط من واقع المعادلة [١] كما يتم حساب (σ) لكل من واقع المعادلة [٢] .ثم يتم تربيع (σ) لنحصل على التباين الخاص بكل عملية (σ^2) كما يتضح من الجدول التالى :

جدول (٩/ ٢) تقديرات الزمن الخاص بأنشطة المسار الحرج

النشاط	$ق_ل$	$ق_ح$	$ق_ى$	$\bar{ق} = \frac{ق_ل + ٤ق_ح + ق_ى}{٦}$	$\sigma = \frac{ق_ى - ق_ل}{٦}$	σ^2
أ	٢	٣	٤	٣	٠ر٣٣	٠ر١١
د	١	١½	٥	٢	٠ر٦٧	٠ر٤٥
ح	٢	٥	٨	٥	١ر—	١ر—
ك	٢	٢½	٦	٣	٠ر٦٧	٠ر٤٥
ل	٣	٤	٥	٤	٠ر٣٣	٠ر١١
م	١	٢	٣	٢	٠ر٣٣	٠ر١١
				$ق_ر = \sum_{ن} \bar{ق} = ١٩$	$\sigma^2_{ق_ر} =$	٢ر٢٣

ويتضح من الجدول أن الوقت اللازم لانجاز عمليات المسار الحرج $ق_ر$ = ١٩ ساعة، وهو يساوى مجموع متوسطات انجاز العمليات الواقعة على المسار الحرج $\bar{ق}$ (ن) ٠ كما يوضح الجدول الانحرافات المعيارية لتقديرات أوقات انجاز الأنشطة المختلفة ، والتى بتربيعها نحصل على التبايـن ٠ وبتجميع تباينات الانشطة نحصل على

تباين انجاز المشروع كله كما يتحدد بالمسار الحرج تطبيقا لنظرية النهاية المركزية • وبايجاد جزر هذا التباين نحصل على الانحراف المعياري للتوزيع المعتدل لأوقات انجاز عمليـــات المسار الحرج (١)•

$$6_{ق_ر} = \sqrt{٢٫٢٣} = ١٫٤٩٣$$

وعندما تتحدد معلمات التوزيع ، وهي المتوسط والانحراف المعياري في هذه الحالة، يمكن تحديد احتمال انجاز المشروع في أي وقت محدد لأي سبب من الأسباب • ذلك لأن احتمال انجاز المشروع في وقت الانجاز المبكر $ق_ر$ = $\frac{مج}{ن}$ ق يصبح مساويا ٥٠٪ في ظــــل الافتراضات السابقة • أي أنه في ظل البيانات الواردة في الجدول ، وبافتراض توزيع معتدل لمعلمات المتوسطات الحسابية لعمليات المسار الحرج ، فان احتمال انجاز المشروع في ١٩ ساعة يساوي ٥٠٪ • فلو رغبت الادارة مثلا في ظل هذه الظروف في التعرف على احتمـال انجاز المشروع في ٢٢ ساعة ، فان ذلك يتم حسابه من واقع المعلمات المحسوبة لتوزيـــع عمليات المسار الحرج ومعلمات التوزيع المعتدل • فانجاز المشروع في ٢٢ ساعة يزيد عـــن المتوسط الحسابي ($ق_ر$) بمقدار ٣ ساعات • وبقسمة هذه الساعات الثلاثة على الانحـــراف المعياري $6_{ق_ر}$ نحصل على عدد الانحرافات المعيارية التي يبعد بها وقت الانجاز المرغوب عن وقت الانجاز المتوسط • ومن جدول التوزيع الطبيعي المعتدل نحصل على القيمة المطلوبة والتي اذا أضيفت الى ٥٠٪ نحصل على احتمال انجاز المشروع في الوقت المرغوب• فـاذا رمزنا لعدد الانحرافات المعيارية عن المتوسط بالرمز (Z) فان :

$$Z = \frac{ق_ب - ق_ر}{6} \qquad [٣]$$

حيث $ق_ب$ هي وقت الانجاز المرغوب ، $ق_ر$ هي وقت الانجاز المتوسط •

وتكون [٣] لمثالنا الجاري كالآتـي :

$$Z = \frac{٢٢ - ١٩}{١٫٤٩٣} = ٢٫٠٠٩$$

(١) نفترض في هذا المثال المبسط أن توزيع أوقات انجاز عمليات المسار الحرج توزيعا معتدلا وهو افتراض غير واقعي لقلة عدد العمليات • غير أنه في المشروعات الكبيرة التي عادة ما يستخدم فيها " بيرت " تكون عمليات المسار الحرج من الكثرة بحيث يصبح هذا الافتراض مقبولا ويمكن تطبيق متضمنات نظرية النهاية المركزية •

وبالرجوع الى جدول التوزيع المعتدل (فى نهاية هذا الفصل) نجد أن
احتمال ح ≤ ٢٫٠٠٩ = ٠٫٥ + ٠٫٤٧٧٨ = ٠٫٩٧٧٨
أى أن احتمال انجاز المشروع فى ٢٢ ساعة على الاكثر يساوى ٩٧٫٧٨ ٪، كما يكون احتمال انجازه فى وقت يزيد عن ٢٢ ساعة بالتبعية هو ٢٫٢٢ ٪ ، وهو احتمال ضعيف.

وتفيد مثل هذه المعلومات افادة بالغة فى عمليات التعاقد على تنفيذ المشروعات التى يتطلب الأمر فيها تحديد مواعيد تسليم معينة يتحمل المتعاقد بعدها غرامات تأخير (كما قد يحصل على مكافآت سرعة انجاز لو تم الانجاز والتسليم قبل المواعيد) . كما أن مثل هذه المعلومات تعتبر من الاهمية بمكان لأغراض تخطيط الانجاز وما بعد الأنجاز .

٥ ـ تعجيل تنفيذ المشروع وعلاقة الزمن بالتكلفة :

قد يتضح من حساب المسار الحرج لتنفيذ مشروع معين أن الزمن اللازم للتنفيذ فى ظل الظروف العادية أطول مما هو مرغوب . والواقع أنه كلما كان المشروع كبيرا ، وكلما طالت فترة تنفيذه كلما ازدادت درجة المخاطرة فيما يتعلق بالعائد أو المنفعة المرجوة منه وكلما أصبح أكثر تعرضا للتأثر بالتقادم التقنى . ولا شك أن معظم الأنشطة التى يلزم لتنفيذها فترة طويلة من الزمن يمكن تنفيذها فى فترات اقل بتكاليف أكبر . فالعمل الاضافى تكلفته أعلى من العمل فى الأوقات العادية ، كما أن تكثيف الموارد فى مشروع معين يؤدى الى فقدان العائد الذى يمكن الحصول عليه بانتشارها فى عدد من المشروعات بدلا من مشروع واحد .

وقد ترتب على ذلك أنه عندما يتم تقدير أزمنة انجاز الأنشطة المختلفة ، يؤخذ فى الاعتبار عامل التكلفة بالاضافة الى عامل الزمن ، عن طريق تقدير زمنين (على الأقل) لانجاز كل نشاط . وعادة مايكون أحد هذين الزمنين منطويا على الظروف الطبيعية التى لاتتطلب تكثيف الموارد ولا تقتضى التعجيل بالتنفيذ ، ويكون الزمن الآخر مقدرا على أساس تكثيف الموارد والتعجيل بالتنفيذ . وبالتالى يصبح لكل نشاط تكلفتان للتنفيذ أحداهما للزمن العادى والاخرى للزمن المعجل ، ومن الطبيعى أن تكون تكلفة التعجيل أعلى من تكلفة التنفيذ فى الظروف العادية .

ولا شك فى أن علاقة الزمن بالتكلفة تختلف من نشاط الى آخر على حسب طبيعة الموارد

اللازمة لتنفيذه وبرنامج التعجيل الزمنى الملائم لانجازه ، وعادة ماتكون هذه العلاقــة فى حقيقتها غير خطية حيث من المنطقى أنه كلما زاد تكثيف الموارد كلما انخفضت انتاجيتها فى الوقت الذى ترتفع فيه تكلفتها • فتوفير وحدة زمنية واحدة من الوقت اللازم لانجاز نشاط معين لاشك يتطلب تكلفة مضافة تقل عن التكلفة المضافة لتوفير الوحدة الزمنية التالية • وبالرغم من ذلك فيفترض عادة أنه فى ظل مدى تعجيل زمنى معين تكون العلاقة بين الزمن والتكاليف خطية للأنشطة المرغوب التعجيل بتنفيذها فى حدود ذلك المدى •

ومن المنطقى طبعا أن تكون علاقةالزمن بالتكاليف عكسية • أى أنه كلما طال الزمــن المسموح به لانجاز نشاط معين كلما قلت التكاليف اللازمة لانجاز هذا النشاط• وهذا بالطبع يفترض ثبات معدلات الأسعار والاجور على مدار فترة التنفيذ العادية • كما أنه كلما قصرت الفترةالزمنيةالمسموح بها لانجاز نفس النشاط كلما زادت التكاليف اللازمةللانجاز(للعمــل الاضافى وتكثيف الموارد مثلا) •

ولنفرض على سبيل الايضاح جدول التتابع الفنى التالى ، والذى فيه تحدد لكل عملية توقيتين أحدهما عادى والثانى معجل ، كما يوضح تكاليف التنفيذ فى ظل الظـــروف العادية والمعجلــة •

جدول (٦/ ٣) جدول التتابع الفنى وأزمنة العمليات بالاسبوع فى الظروف العادية والمعجلة وتكاليف التنفيذ المقدرة

العملية أو النشاط	الاحداث السابقة	الاحداث اللاحقة	الزمن المقدر عادى	الزمن المقدر معجل	التكاليف المقدرة عادى	التكاليف المقدرة معجل	الوفر فى الزمن Δ ق	الزيادة فى التكاليف Δ ت	Δ ت / Δ ق
أ	١	٢	٦	٣	٦٠٠٠	٨٧٠٠	٣	٢٧٠٠	٩٠٠
ب	١	٣	٥	٣	٢٥٠٠	٣٣٠٠	٢	٨٠٠	٤٠٠
جـ	٢	٥	٣	٢	٢١٠٠	٢٤٥٠	١	٣٥٠	٣٥٠
د	٢	٤	٥	٢	٣٠٠٠	٦٠٠٠	٣	٣٠٠٠	١٠٠٠
هـ	٣	٤	٤	٢	١٢٠٠	٢٥٠٠	٢	١٣٠٠	٦٥٠
و	٣	٦	٧	٥	٢٨٠٠	٤٠٠٠	٢	١٢٠٠	٦٠٠
ز	٥	٧	٤	٣	١٦٠٠	١٨٠٠	١	٢٠٠	٢٠٠
ح	٤	٧	٤	٢	٨٠٠	١٠٠٠	٢	٢٠٠	١٠٠
ط	٦	٨	٢	١	١٢٠٠	١٧٥٠	١	٥٥٠	٥٥٠
ى	٧	٨	٦	٤	١٢٠٠	١٥٠٠	٢	٣٠٠	١٥٠
					٢٢٤٠٠	٣٣٠٠٠			

ويتضح من الجدول أن تكلفة انجاز المشروع فى الأوقات العادية تبلغ ٢٢٤٠٠ جنيه، بينما ترتفع هذه التكلفة الى ٣٣٢٠٠ جنيه اذا تم التعجيل بجميع أنشطة المشروع • كما توضح الخانة الاخيرة من الجدول مقدار الاضافة فى التكلفة بالنسبة لتوفير وحدة زمنية (أسبوع) من الزمن اللازم لانجاز كل نشاط من الانشطة ، وهى تمثل متوسط التكلفة المضافة نتيجة وفورات الزمن الناتج عن التعجيل بكل نشاط من الأنشطة •

غير أن هذه البيانات بصورتها الموضحة فى الجدول لاتمكن من اتخاذ القرار المناسب فى شأن انجاز المشروع فى الأوقات العادية أو فى الأوقات المعجلة • فيلزم أولا معرفة الزمن اللازم لانجاز المشروع فى الاوقات العادية، ثم التحقق من وجود ضرورة تقتضى التعجيل بالتنفيذ ، لأن تكلفة التنفيذ فى الأوقات العادية عادة ماتكون أقل تكاليف ممكنة ، ثم تحديد مقدار التعجيل الزمنى المطلوب فى ظل امكانيات التعجيل المتاحة، اذا وجد أن هناك ضرورة التعجيل (كل ذلك بالطبع مع افتراض بقاء العوامل الأخرى على حالها) •

ولتحقيق ذلك نقوم بوضع بيانات المشروع على خريطة التتابع الفنى كما فى الشكل (٦/٧)

شكل (٦/ ٧) خريطة التتابع الفنى وزمن الانجاز العادى والمعجل للأنشطة

المسار الحرج فى الأوقات العادية
المسار الحرج فى الأوقات المعجلة
زمن الانجاز المعجل
زمن الانجاز العادى

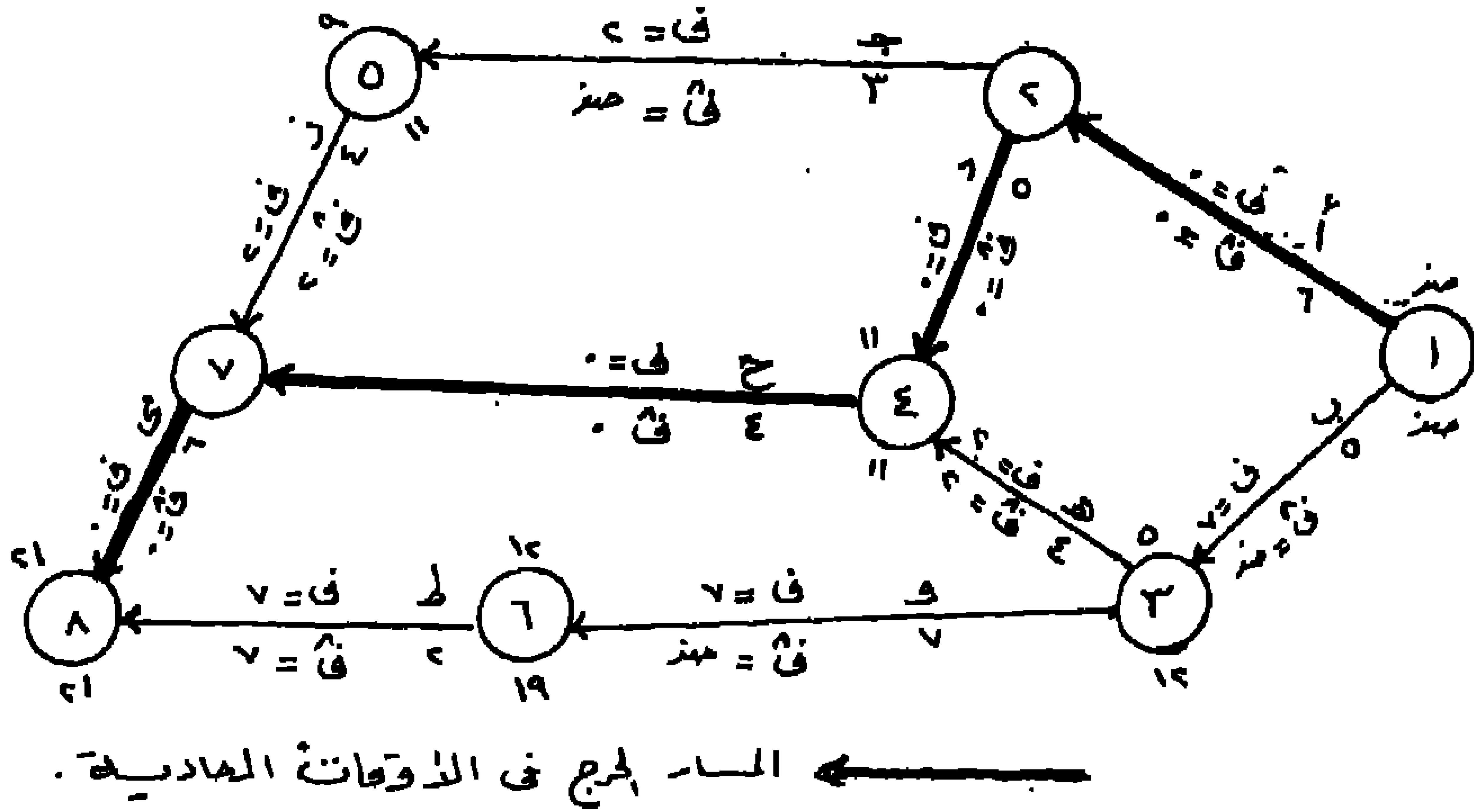
حيث أظهرنا زمن الانجاز العادى أسفل السهم الخاص بكل نشاط وزمن الانجاز المعجل بين قوسين أعلى السهم الخاص بكل نشاط . كما يتضح من الخريطة أيضا المسار الحرج ١ ← ٢ ← ٤ ← ٧ ← ٨ فى ظل أوقات الانجاز العادية . ويختلف المسار الحرج فى ظل أوقات الانجاز المعجلة ليصبح ١ ← ٢ ← ٥ ← ٧ ← ٨ . وواضح من الخريطة أنه فى ظل أوقات الانجاز العادية يستغرق انجاز المشروع ٢١ أسبوعا ، بينما فى ظل التعجيل بكل الانشطة يستغرق الانجاز ١٢ أسبوعا .

ولنفرض الآن أنه من المرغوب فيه فعلا انجاز المشروع فى ١٢ أسبوعا . فهل يستدعى الأمر ضرورة التعجيل بكل الأنشطة ومن ثم تحمل التكاليف الكلية للتعجيل والبالغ قدرها ٣٣٠٠٠ جنيه ؟ وتقتضى الاجابة على هذا السؤال تحديد ماذا كان الامر يحتاج الى التعجيل بكل الأنشطة لتنفيذ المشروع فى الزمن المعجل (١٢ أسبوعا فى مثالنا الجارى) أولا .

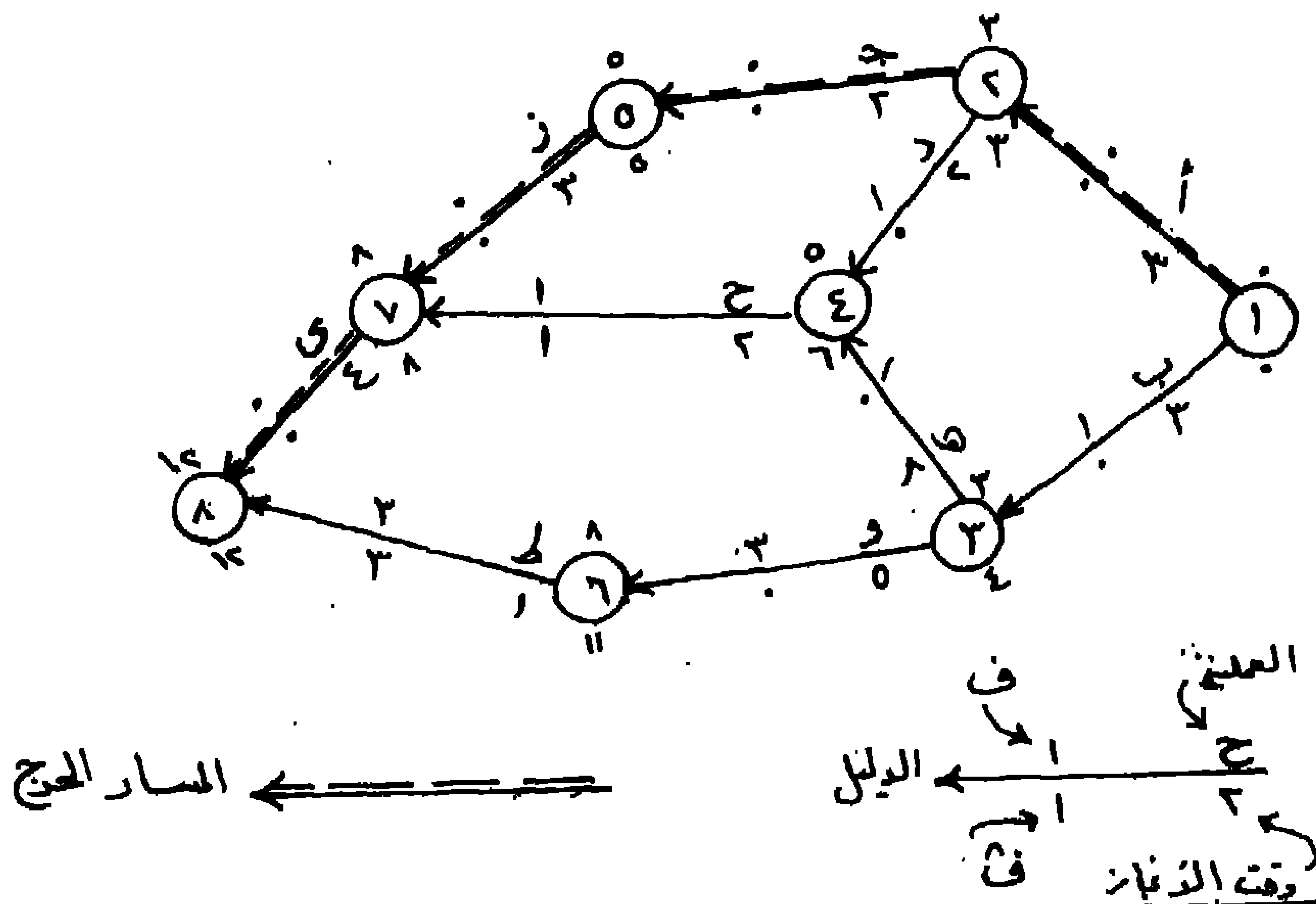
٥ـ١ خطة التنفيذ المعجل مع تدنية تكاليف التعجيل :

الواقع أنه بينما يلزم التعجيل بكل الأنشطة التى تقع على المسار أو المسارات الحرجة فى ظل التوقيت المعجل ، فانه لا يلزم التعجيل بباقى الأنشطة التى لا تقع على هذا المسار أو هذه المسارات الا بمقدار ما تستدعى الضرورة . فقد سبق فى البند (٣ـ٣) أن وجدنا أن النشاط الذى يكون له وقت فائض حر يمكن تأخير انجازه بمقدار هذا الوقت دون تأخير انجاز المشروع . كما وجدنا أيضا أن انشطة المسار أو المسارات الحرجة يكون الوقت الفائض الحر لكل منها بالضرورة يساوى الصفر . بينما الوقت الفائض الكلى للعمليات المشتركة يمكن تخصيصه فيما بينها لتأخير انجازها به دون تأخير انجاز المشروع . ويوضح كل من الشكلين (٦/ ٨) ، (٦/ ٩) خريطة التتابع الفنى فى ظل أوقات الانجاز العادية والمعجلة مع الوقت الفائض الكلى والحر لكل عملية . (تم بحسابها طبقا للطريقة الموضحة فى البند (٣ـ٣) ويلاحظ فى الشكلين أن $ق_ر$ قد وضع أعلى الدائرة الخاصة بكل حدث بينما $ق_م$ قد وضع أسفل الدائرة .

شكل (٦/ ٨) خريطة التتابع الفنى فى ظل زمن الانجاز العادى مع الفائض الكلى والفائض الحر للعمليـــــــات

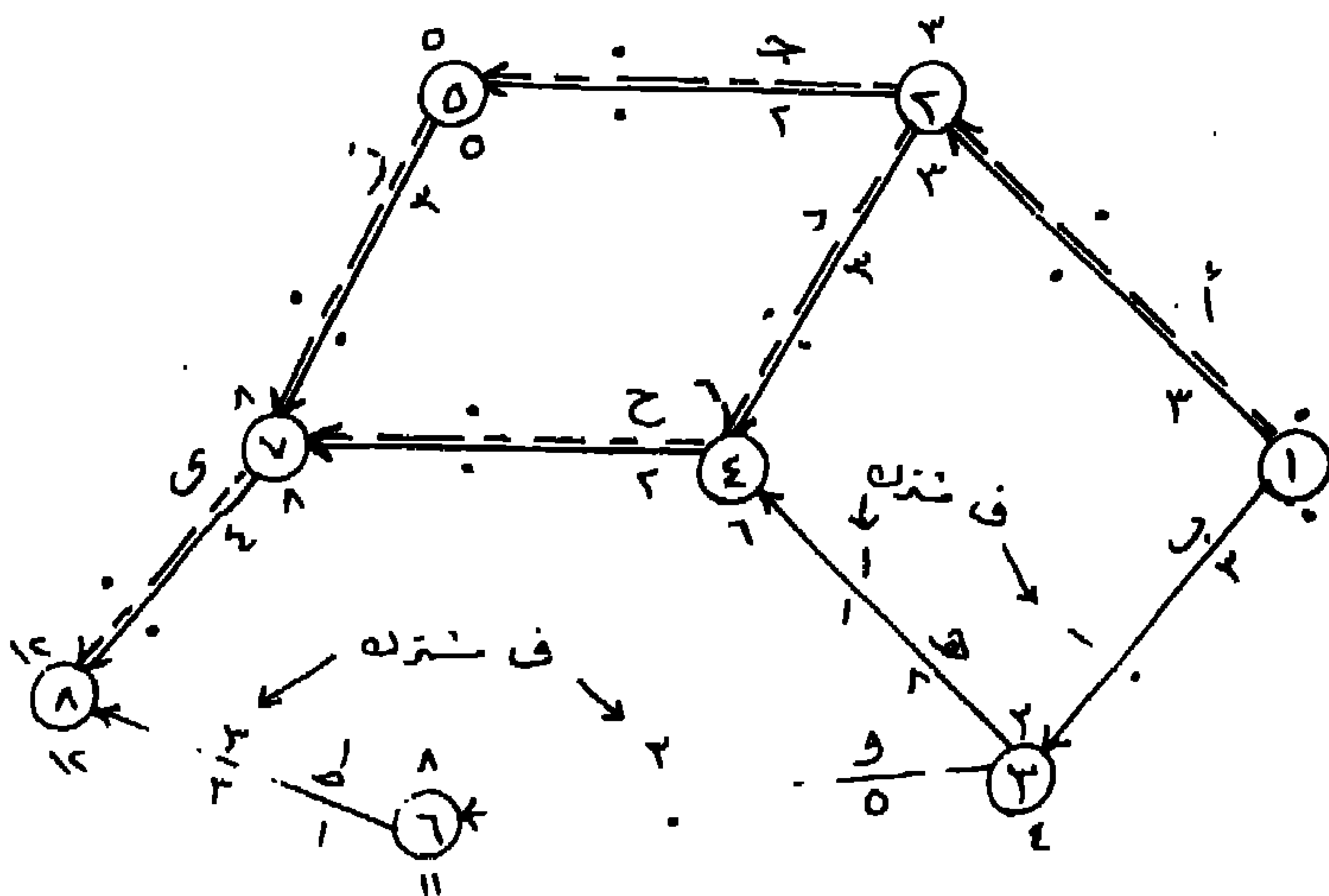


شكل (٦/ ٩) خريطة التتابع الفنى فى ظل زمن الانجاز المعجل مع الفائض الكلى والفائض الحر للعمـــليـــــات



ويتضح من الخريطة الثانية (الإنجاز المعجل) أن العمليات (ب)، (د)، (هـ)، (و)، (ح)، (ط)، ليس لها وقت فائض كلى ، بينما العمليات (ج)، (ط) فيها وقت فائض حر ، كما كانت العمليات (د)، (ح) عمليات حرجة في ظل أوقات الانجاز العادية (أي كانت واقعة على المسار الحرج) . ونلاحظ أيضا من الخريطة الثانية أن الحدث (٤) حدث مشترك بين العمليتين (د)، (ح)، وهذا يعنى أن الوقت الفائض الكلى لهذين العمليتين مشترك ويبلغ أسبوع ، وقد خصص بصدد حساب الوقت الفائض الحر للعملية (ح) . وهذا يعنى أن تعجيل هاتين العمليتين قد أدى الى وجود وقت فائض فيهما بصفة مجتمعة قدره أسبوع وبالتالى يمكن تأخير أى منهما بمقدار هذا الاسبوع (أو تجزئة الاسبوع على العمليتين لو كان ذلك ممكنا) دون تأخير انجاز المشروع كله عن الوقت المعجل وهو ١٢ أسبوع . ومن واقع الجدول السابق نجد أن أسبوع التعجيل فى العملية (د) يكلف ١٠٠٠ جنيه بينما أسبوع التعجيل فى العملية (ح) يكلف ٢٠٠ جنيه . وبالتالى يصبح من الأصلح تأجيل تعجيل العملية (د) بمقدار هذا الأسبوع ليتم انجازها فى وقت معجل قدره ثلاثة أسابيع بدلا من أسبوعين ، ولتؤدى الى وفورات فى تكلفة التعجيل قدرها ١٠٠٠ جنيه ويترتب على ذلك أن يصبح الوقت الفائض الحر للعملية (هـ) أسبوع بعد أن كان صفر ، كما يتضح من الشكل (٦/١٠) .

شكل (٦/ ١٠) خريطة التتابع الفنى فى ظل زمن الانجاز المعجل مع الفائض الكلى والفائض الحر للعمليات بعد تعديل الزمن المعجل للعملية (د) من أسبوعين الى ثلاثة أسابيع .

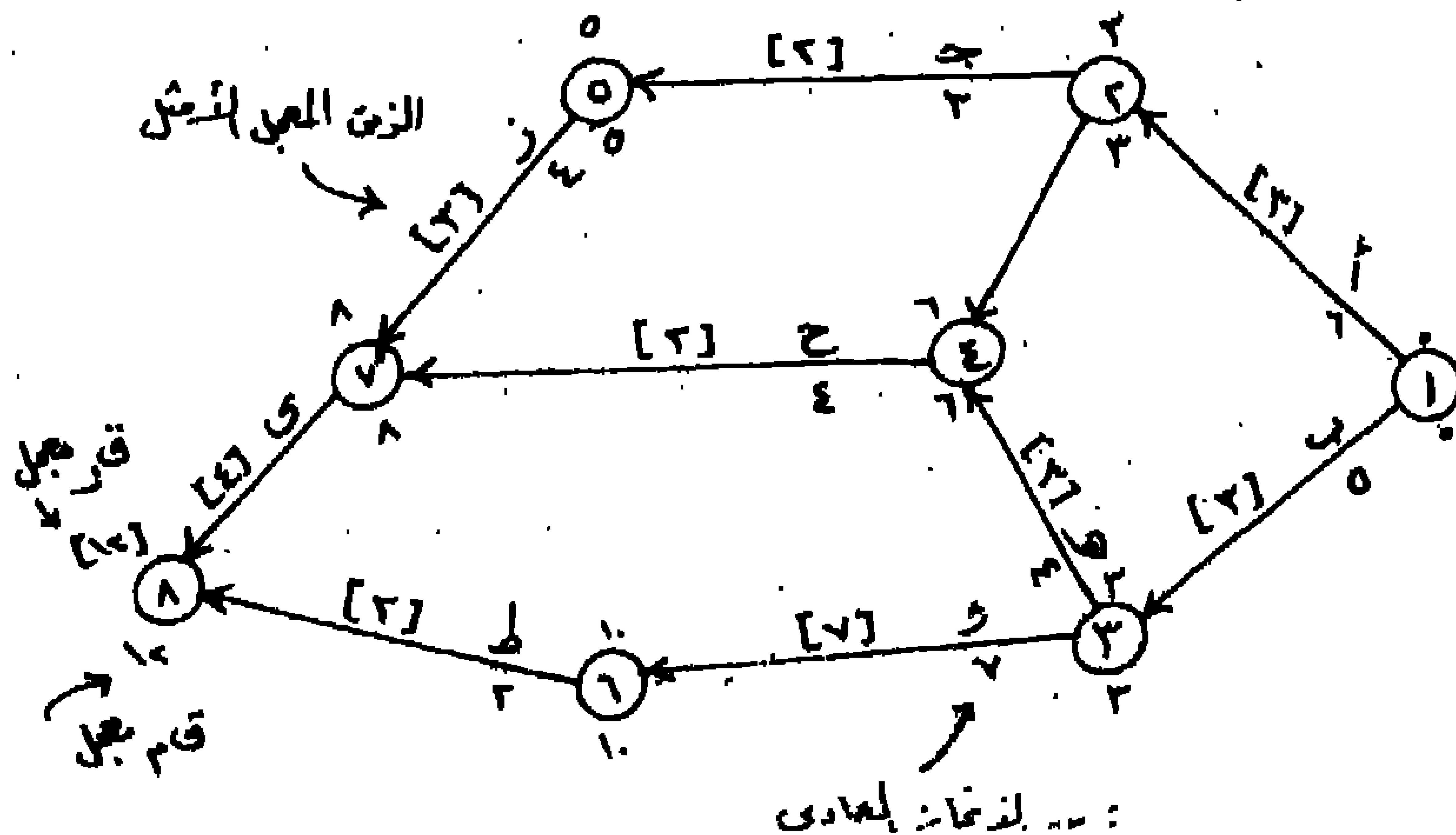


ويتضح من الخريطة أن تغيير التوقيت المعجل للعملية (د) من اسبوعين الى ثلاثة يؤدى الى أن تصبح العمليتين (د)، (ح) من العمليات الحرجة فى ظل التوقيت المعجل (أى يوجد مسارين حرجين) ٠ وقد أصبح للعملية (هـ) وقت فائض حر قدره أسبوع يمكن تأجيل تعجيلها به ، لتحقق وفورات اضافية قدرها ٦٥٠ جنيه ، ويصبح الزمن المعجل لها ثلاثة أسابيع بدلا من أسبوعين ٠ ويؤدى ذلك بالطبع الى أن يصبح وقت الانتهاء المتأخر للحدث (٣) هو ٣ أسابيع بدلا من ٤ أسابيع ٠ وتصبح كل من العمليتين (ب)، (هـ) من العمليات الحرجة فى ظل الزمن المعجل (١٢ أسبوع) ٠ ويبقى بعد ذلك فى العمليتين (و) و(ط) فائض كلى مشترك قدره ٣ أسابيع (مخصص للعملية ط كفائض حر فى الخريطة) ٠ ويمكن تخصيص هذا الفائض بين العمليتين لتأجيل تعجيل أيهما أو كلاهما على حسب الوفورات الناتجة عن كل منهما وامكانيات تخفيض التعجيل المتأخر ٠ فالعملية (و) يؤدى تخفيض تعجيلها أسبوع الى توفير ٦٠٠ جنيه بينما العملية (ط) تؤدى الى توفير ٥٥٠ جنيه ، وبالتالى تكون العملية (و) أفضل ٠ الا أن العملية (و) معجلة بمقدار أسبوعين فقط وبالتالى لا يمكن تخفيض تعجيلها بما يزيد من ذلك ، كما أن العملية (ط) معجلة بمقدار أسبوع ، ومن ثم يتم تخفيض الاسابيع الثلاثة على هذا الأساس ٠ لتحقق وفورات اجمالية كالآتى :

من العملية (د) تأجيل تعجيل اسبوع	=	١٠٠٠	جنيه
من العملية (هـ) تأجيل تعجيل اسبوع	=	٦٥٠	جنيه
من العملية (و) تأجيل تعجيل اسبوعين	=	١٢٠٠	جنيه
من العملية (ط) تأجيل تعجيل اسبوع	=	٥٥٠	جنيه
جملة الوفورات		٣٤٠٠	جنيه

وتصبح بذلك جميع المسارات حرجة فى ظل زمن الانجاز المعجل البالغ ١٢ أسبوعا ، كما يتضح من الخريطة التالية (شكل ٦/١١) ٠

شكل (٦/ ١١) خريطة التتابع الفنى مع التعجيل الأمثل فى وقت تنفيذ معجل قدره ١٢ أسبوعا ٠



ويلاحظ أن العمليات (و) و (ط) لا يتم تعجيلها على الاطلاق ، بينما باقى العمليات قد تم تعجيلها بصفة جزئية أو بصفة كلية فالعمليات (أ) ، (ب) و (جـ) ، (ز) ، (ح) ، (ى) يتم تعجيلها بالكامل ، أى يتم تنفيذها فى الوقت المعجل ، بينما العملية (د) والعملية (هـ) فيكتفى تعجيل الاولى أسبوعين بدلا من ثلاثة وبتعجيل الثانية أسبوعا بدلا من أسبوعين . وتكون تكلفة هذا البرنامج المعجل الأمثل لفترة تنفيذ قدرها ١٢ أسبوعا كالآتى:

(جدول ٦/ ٤)

العملية	زمن التنفيذ العادى	تكلفة التنفيذ العادية	تكلفة التعجيل المضافة			جملة تكلفة التنفيذ المعجل	زمن التنفيذ المقترح
			أسابيع التعجيل	تكلفة/ أسبوع	قيمة		
أ	٦	٦٠٠٠	٣	٩٠٠	٢٧٠٠	٨٧٠٠	٣
ب	٥	٢٥٠٠	٢	٤٠٠	٨٠٠	٣٣٠٠	٣
جـ	٣	٢١٠٠	١	٣٥٠	٣٥٠	٢٤٥٠	٢
د	٥	٣٠٠٠	٢	١٠٠٠	٢٠٠٠	٥٠٠٠	٣
هـ	٤	١٢٠٠	١	٦٥٠	٦٥٠	١٨٥٠	٣
و	٧	٢٨٠٠	٠	٦٠٠	—	٢٨٠٠	٧
ز	٤	١٦٠٠	١	٢٠٠	٢٠٠	١٨٠٠	٣
ح	٤	٨٠٠	٢	١٠٠	٢٠٠	١٠٠٠	٢
ط	٢	١٢٠٠	٠	٥٥٠	—	١٢٠٠	٢
ى	٦	١٢٠٠	٢	١٥٠	٣٠٠	١٥٠٠	٤
		٢٢٤٠٠			٧٢٠٠	٢٩٦٠٠	

ويتضح من الجدول أن تكلفة البرنامج المعجل هى ٢٩٦٠٠ جنيه بدلا من ٣٣٠٠٠ جنيه ، أى بوفورات قدرها ٣٤٠٠ جنيه كما سبق حسابها .

٥-٢- برنامج التعجيل الأمثل :

افترضنا فيما سبق أن برنامج التنفيذ المعجل قد تحددت مدته مسبقا (١٢ أسبوعا) . وفى غالبية الاحيان ترغب الادارة فى التعجيل بالتنفيذ فى زمن يقل عن وقت الانجاز

العادى ، ولكنها تكون فى نفس راغبة فى تبادل زمن التعجيل المكلف مع تكلفة التعجيل المرتفعة • بمعنى أن الادارة تكون راغبة فى التعجيل ولكن ليس الى أقصر وقت تنفيذ معجل ممكن (١٢ أسبوعا فى مثالنا بعاليه مثلا) • وفى ظل هذه الظروف يصبح من اللازم توفير البيانات اللازمة للادارة لاختيار برنامج التعجيل المناسب بأقل تكاليف تعجيل ممكنة •

ولاشك فى أن أقل تكاليف تعجيل تساوى الصفر، وذلك عندما يتم التنفيذ فى الأزمنة العادية • أما اذا رغبت الادارة فى التعجيل عن هذه الازمنة ولكن ليس بالضرورة الى نهايتها الدنيا ، فتصبح نقطة الانطلاق هى المسار الحرج فى ظل زمن التنفيذ العادى حيث تكلفة التعجيل تساوى صفر • فمن المنطقى أنه اذا كان التعجيل لازما فالاولى بالتعجيل فى ظل هذه الظروف تكون عمليات المسار الحرج • فاذا نظرنا للشكل ٨/٦ نجد أن عمليات المسار الحرج فى ظل أزمنة الانجاز العادية هى كالآتى :

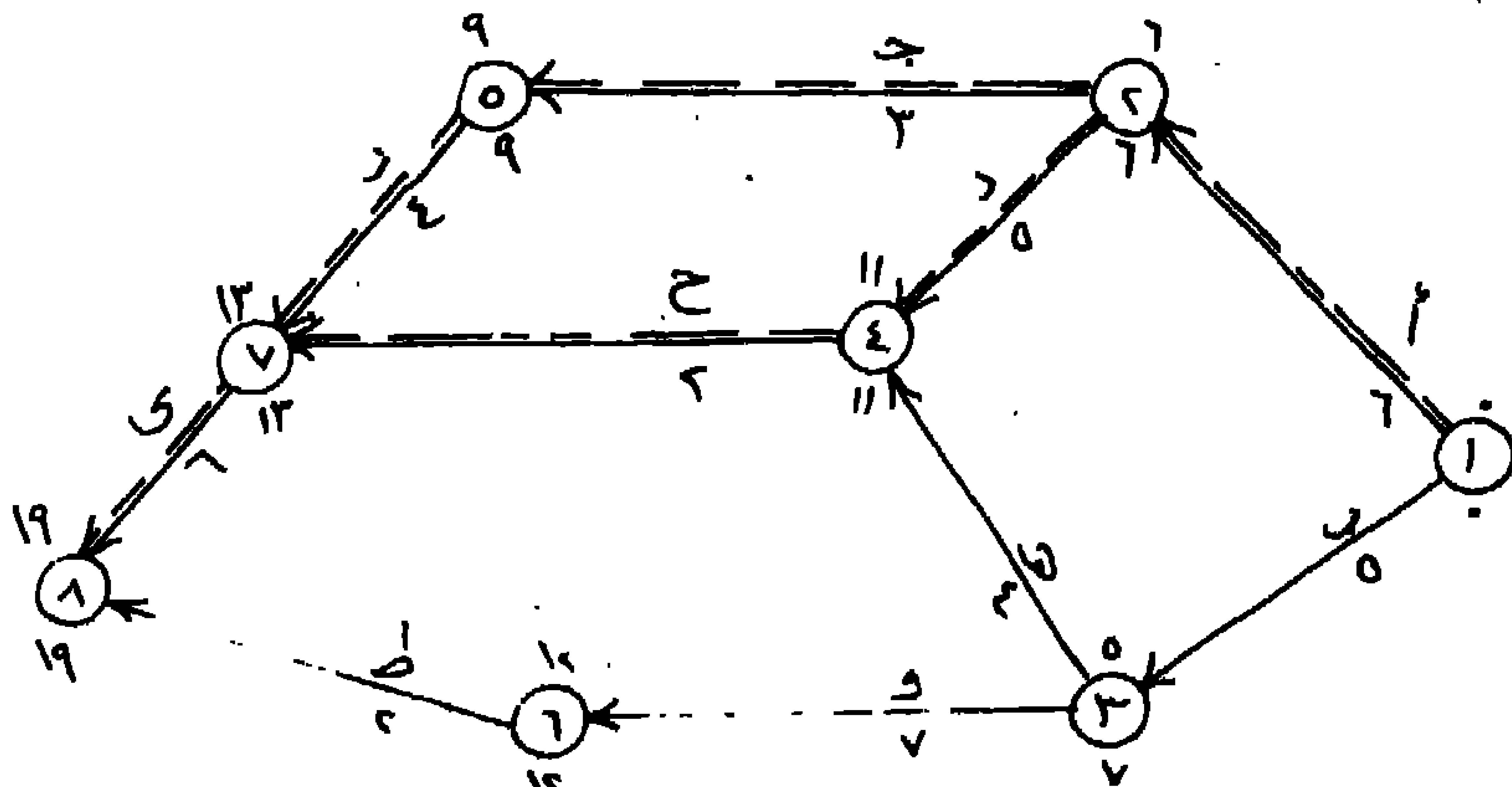
العملية (أ)	حيث تعجيل تنفيذها أسبوع يكلف	٩٠٠	جنيه
" (د)	" " " " "	١٠٠٠	"
" (ح)	" " " " "	١٠٠	"
" (ى)	" " " " "	١٥٠	"

واذا كان التعجيل لازما فى ظل هذه الظروف فمن المنطقى أن يبدأ بتعجيل عمليات المسار الحرج ذات تكلفة التعجيل الأقل • ومن واقع البيانات بعاليه يتضح أن العملية (ح) هى أقل عمليات المسار الحرج تكلفة فى التعجيل ، كما يمكن تعجيلها أسبوعين مقابل تكلفة مضافة قدرها ٢٠٠ جنيه • فاذا قمنا بذلك فسوف ينخفض وقت انجاز المشروع من ٢١ أسبوعا الى ١٩ أسبوعا ، كما أن العمليتين (جـ) ، (ز) يتحولان بعد ذلك الى عمليات حرجة بعد أن كان الوقت الفائض الحر للاخيرة اسبوعين (انظر شكل ٨/٦) • ويتضح ذلك من الشكل (١٢/٦)، حيث منه يتبين أنه أصبح لدينا مسارين حرجين بعد تعجيل (ح) اسبوعين هما :

$س_1$ = ١ ← ٢ ← ٤ ← ٧ ← ٨

$س_2$ = ١ ← ٢ ← ٥ ← ٧ ← ٨

شكل (١٢/٦) تعجيل العملية (ح) أسبوعين



وينطوى هذين المسارين على العمليات التالية القابلة للتعجيل [(ح) تم تعجيلها] ٠

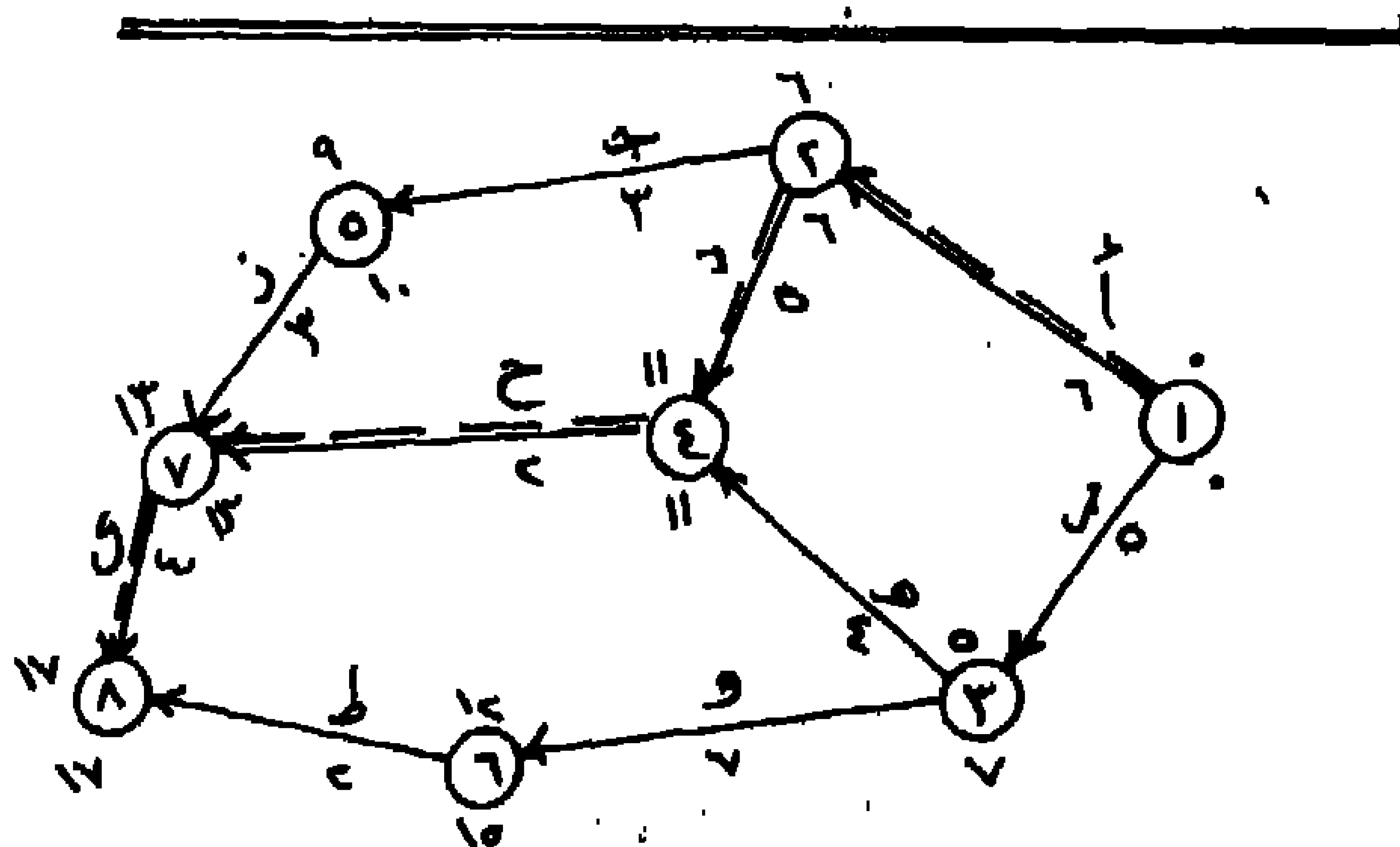
(أ)	تعجيل	تنفيذها	أسبوع يكلف	٩٠٠	جنيه	وتقبل	التعجيل	٣	أسبوع ٠
(جـ)	«	«	«	٣٥٠	«	«	«	١	«
(د)	«	«	«	١٠٠٠	«	«	«	٣	«
(ز)	«	«	«	٢٠٠	«	«	«	١	«
(ى)	«	«	«	١٥٠	«	«	«	٢	«

ومن الواضح أن أقل العمليات تكلفة هى العملية (ى) ٠ وبالاضافة الى ذلك فهى عملية مشتركة فى المسارين الحرجين وبالتالى فان تعجيلها يؤدى الى تعجيل المشروع ككل اذا كان الوقت الفائض على المسارات الأخرى يسمح بذلك (عليك بالتأكد من أنه يسمح بحسابه على الشكل السابق) ٠ والواقع أن التعجيل بالعملية (ى) لمدة أسبوعين يؤدى الى التعجيل بتنفيذ المشروع الى ١٧ أسبوعا بالتكاليف الآتية :

تكلفة التنفيذ فى الزمن العادى	٢٢٤٠٠	فى ٢١ أسبوعا
تعجيل (ح) اسبوعين	٢٠٠	(٢)
تعجيل (د) اسبوعين	٣٠٠	(٢)
جملة تكاليف برنامج التنفيذ المعجل	٢٢٩٠٠	فى ١٧ أسبوعا

ويظل المسارين $س_1$ و $س_2$ بعد هذا التعجيل هما المسارين الحرجين (تأكد من ذلك برسم خريطة التتابع الفنى موضحا عليها أوقات التنفيذ الملائمة) ٠ غير أن العمليتين (ح) و (ى) أصبحتا غير قابلتين للتعجيل ، ومن ثم تظل العمليات (أ) ، (جـ)، (د) ، (ز)، حيث (ز) هى أقلها تكاليفا فى التعجيل ٠ ولنفرض الآن أننا قررنا تعجيل (ز) بالاسبوع المسموح بتعجيلها به طمعا فى تخفيض وقت الانجاز المعجل بأسبوع مقابل تكاليف اضافية ٢٠٠ جنيه ٠ وينعكس هذا القرار على خريطة التتابع الفنى الموضحة فى الشكل (٦/ ١٣) ٠

شكل (٦/ ١٣) تعجيل (ز) اسبوع



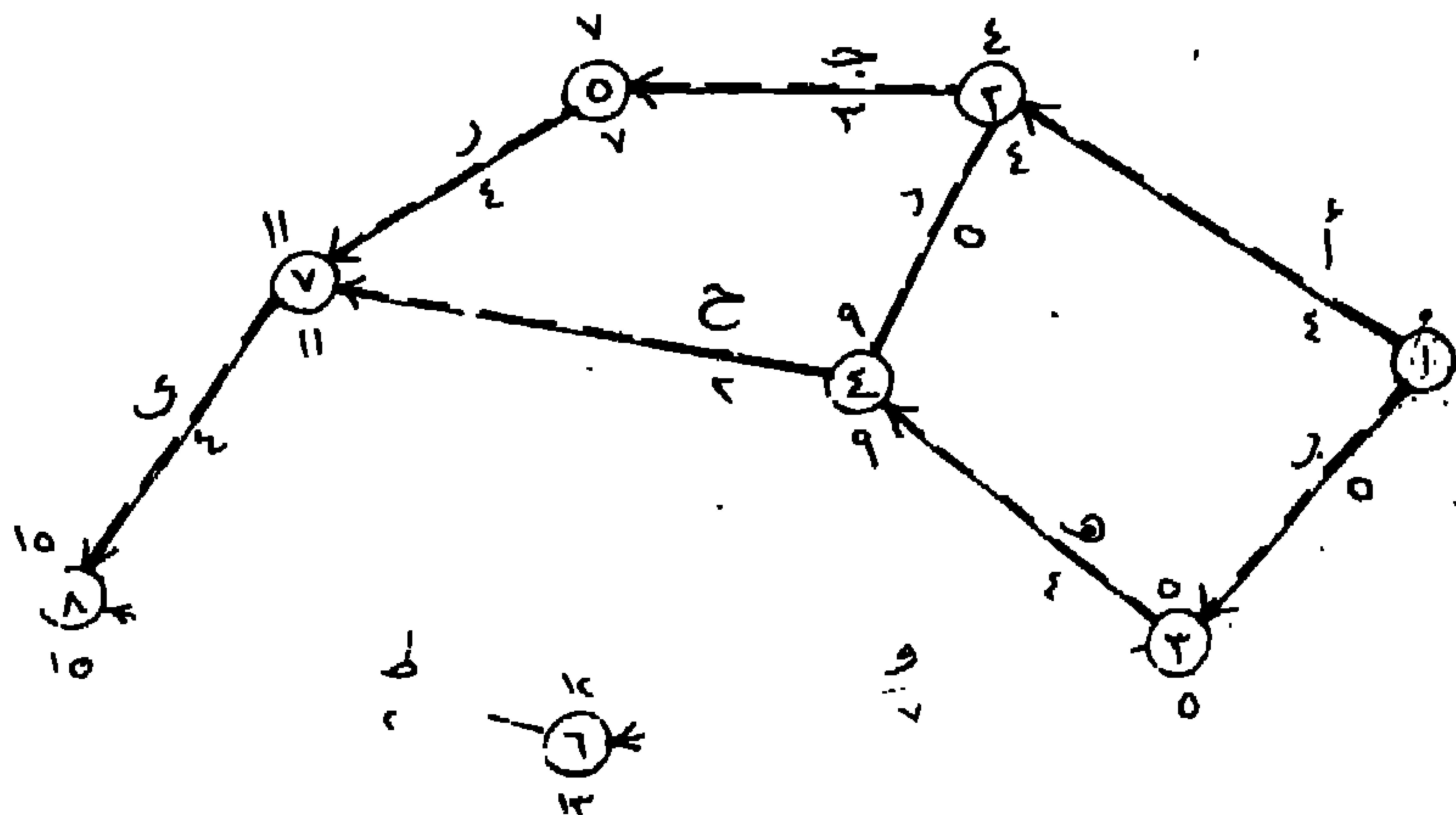
لاحظ أن زمن التنفيذ ظل ١٧ أسبوعا ، كما أن المسار الحرج أصبح س١ وحده، كما أن (ز) أصبح فيها فائض حر قدره أسبوع يمكن تأخير انجازها به دون تأخير انجاز المشروع . والواقع أن مثل ذلك سوف يحدث دائما مادام هناك أكثر من مسار حرج ويتم تعجيل عملية ليست مشتركة فيها . فقبل تعجيل (ز) كان س١ ، س٢ مسارين حرجين، والعملية (ز) تقع على س٢ وحدة دون س١ . وهذا يعنى أن تعجيلها سوف يؤدى الى أن يصبح س١ هو المسار المحدد لوقت انجاز المشروع، وهو يستغرق ١٧ أسبوعا .

وللتغلب على هذه المشكلة هناك أحد بديلين : اما أن التعجيل يتم فى عملية مشتركة ، أو أن يتم تعجيل عمليتين كل منهما على أحد المسارين بنفس الزمن . واذا رغبنا تحقيق البديل الأول نجد أن العملية (أ) هى العملية الوحيدة المشتركة التى يمكن تعجيلها (حيث تم تعجيل العملية (ى)) ويكلف تعجيلها أسبوع ٩٠٠ جنيه . أما البديل الثانى فليس أمامنا على س١ عملية يمكن تعجيلها بخلاف (أ) لتوازى تعجيل (ز) الا العملية (د). واذا تم تعجيل (ز) اسبوع فيلزم تعجيل (د) أسبوع حتى يمكن تعجيل التنفيذ الى ١٦ أسبوع . وتبلغ تكلفة هذا البديل ٢٠٠ جنيه للعملية (ز) و ١٠٠٠ جنيه للعملية (د) لتصبح تكلفة تعجيل اسبوع ١٢٠٠ جنيه . ولا شك أن البديل الأول أفضل : أى أنه يصبح من الواجب تعجيل (أ) المشتركة بين س١ ، س٢ بدلا من تعجيل (ز) و (د) . غير أن (أ) تقبل التعجيل من اسبوع الى ثلاثة . ولنفرض أننا قررنا تعجيلها ٣ أسابيع بتكلفة اضافية قدرها ٢٧٠٠ جنيه رغبة فى تخفيض الزمن المعجل الى ١٤ أسبوعا . غير أننا اذا قمنا بذلك سوف نجد أن الزمن المعجل ينخفض الى ١٥ أسبوعا وليس ١٤ اسبوعا حيث يصبح :

س٢ : ١ ← ٣ ← ٤ ← ٧ ← ٨

هو المسار الحرج الذى يستغرق ١٥ أسبوعا .(تحقق من ذلك برسم خريطة التتابع الفنى مع تعجيل (أ) ثلاثة أسابيع) . وبالتالى يصبح القرار السليم هو تعجيل (أ) أسبوعين . واذا ماقمنا بذلك لاصبحت خريطة التتابع الفنى كالآتى (شكل ٦/ ١٤).

شكل (٦/ ١٤) تعجيل (أ) أسبوعين



ويصبح لدينا على الخريطة ثلاثة مسارات حرجة هى :

س١ : ١ ← ٢ ← ٤ ← ٧ ← ٨

س٢ : ١ ← ٢ ← ٥ ← ٧ ← ٨

س٣ : ١ ← ٣ ← ٤ ← ٧ ← ٨

وليس بينها عمليات مشتركة الا العملية (ى) وهى لاتقبل التعجيل (حيث تم تعجيلها بالكامل) . واذا فحصنا بدائل التعجيل المتاحة بين المسارات الثلاثة لوجدنا أنها تتضمن :

على المسار س١ : العملية (أ) أسبوع ، العملية (د) أسبوعين .

على المسار س٢ : العملية (أ) أسبوع ، العملية (جـ) اسبوع والعملية (ز) أسبوع .

على المسار س٣ : العملية (ب) أسبوعين ، العملية (هـ) اسبوعين .

والعملية (أ) مشتركة بين س١ ، س٢ وتكلفة تعجيلها أسبوع أقل من تكلفة تعجيل (د) ، (ز) معا أسبوع . كما أن تكلفة تعجيل (ب) أقل من تكلفة تعجيل (هـ) . وبذلك اذا قمنا بتعجيل (أ) أسبوع بتكلفة ٩٠٠ جنيه ، (ب) أسبوع بتكلفة ٤٠٠ جنيه لكانت هذه أقل التكاليف الممكنة ليعجل المشروع أسبوع ليصبح وقت التنفيذ ١٤ أسبوع ، ويظل كل من س١ ، س٢ ، س٣ هى المسارات الحرجة .

واذا رغبت الادارة بعد ذلك فى التعجيل بالمشروع فانه يصبح من اللازم تعجيل ثلاث عمليات واحدة على كل من المسارات الثلاثة . وتكون أولويات التعجيل بالنسبة للتكلفة كالآتى :

بالنسبة للمسار س١ : العملية (د) بتكلفة ١٠٠٠ جنيه فى الاسبوع حيث لايوجد غيرها قابل للتعجيل .

بالنسبة للمسار س٢ : العملية (ز) أسبوع بتكلفة ٢٠٠ جنيه ثم العملية (جـ) أسبوع بتكلفة ٣٥٠ جنيه .

بالنسبة للمسار س٣ : العملية (ب) أسبوع بتكلفة ٤٠٠ جنيه ثم العملية (هـ) اسبوع بواقع ٦٥٠ جنيه

وتأسيسا على ذلك يكون جدول برنامج التعجيل الأمثل كالآتى

جدول (٦/٥) برنامج التعجيل الأمثل

الدورة	المسارات الحرجة	العملية التي يمكن تعجيلها	الزمن الأصلي	العمليات المعجلة	تكلفة التعجيل	الزمن المعجل	تكلفة تعجيل وحدة الزمن
١	س$_{1}$	أ ـ د ـ ح ـ ى	٢١	ح	٢٠٠	١٩	١٠٠
٢	س$_{1}$، س$_{2}$	أ ـ جـ ـ د ـ ز ـ ى	١٩	ى	٣٠٠	١٧	١٥٠
٣	س$_{1}$، س$_{2}$	أ ـ جـ ـ د ـ ز	١٧	أ	١٨٠٠	١٥	٩٠٠
٤	س$_{1}$، س$_{2}$، س$_{3}$	أ ـ ب ـ جـ ـ د ـ هـ ـ ز	١٥	أ، ب	١٣٠٠	١٤	١٣٠٠
٥	س$_{1}$، س$_{2}$، س$_{3}$	ب ـ جـ ـ د ـ هـ ـ ز	١٤	ب، د، ز	١٦٠٠	١٣	١٦٠٠
٦	س$_{1}$، س$_{2}$، س$_{3}$	جـ ـ د ـ هـ	١٣	جـ، د، هـ	٢٠٠٠	١٢	٢٠٠٠
					٧٢٠٠	١٢	

ويتضح من الجدول مايلى :

١ ـ أن تعجيل المشروع الى ١٢ أسبوع يؤدى الى زيادة التكلفة بمبلغ ٧٢٠٠ جنيه ، كما توصلنا اليها فى الجدول السابق (٦/ ٤) .

٢ ـ أن تكلفة التعجيل بالنسبة لوحدة الزمن (١ أسبوع) تتزايد كلما رغبنا الابتعاد عن زمن التنفيذ العادى واقتربنا الى زمن التنفيذ المعجل .

٣ ـ أن الجدول يوضح بدائل التعجيل المتاحة ، وعلى الادارة أن تقرر البديل الذى يتلائم مع الظروف المحيطة بها .

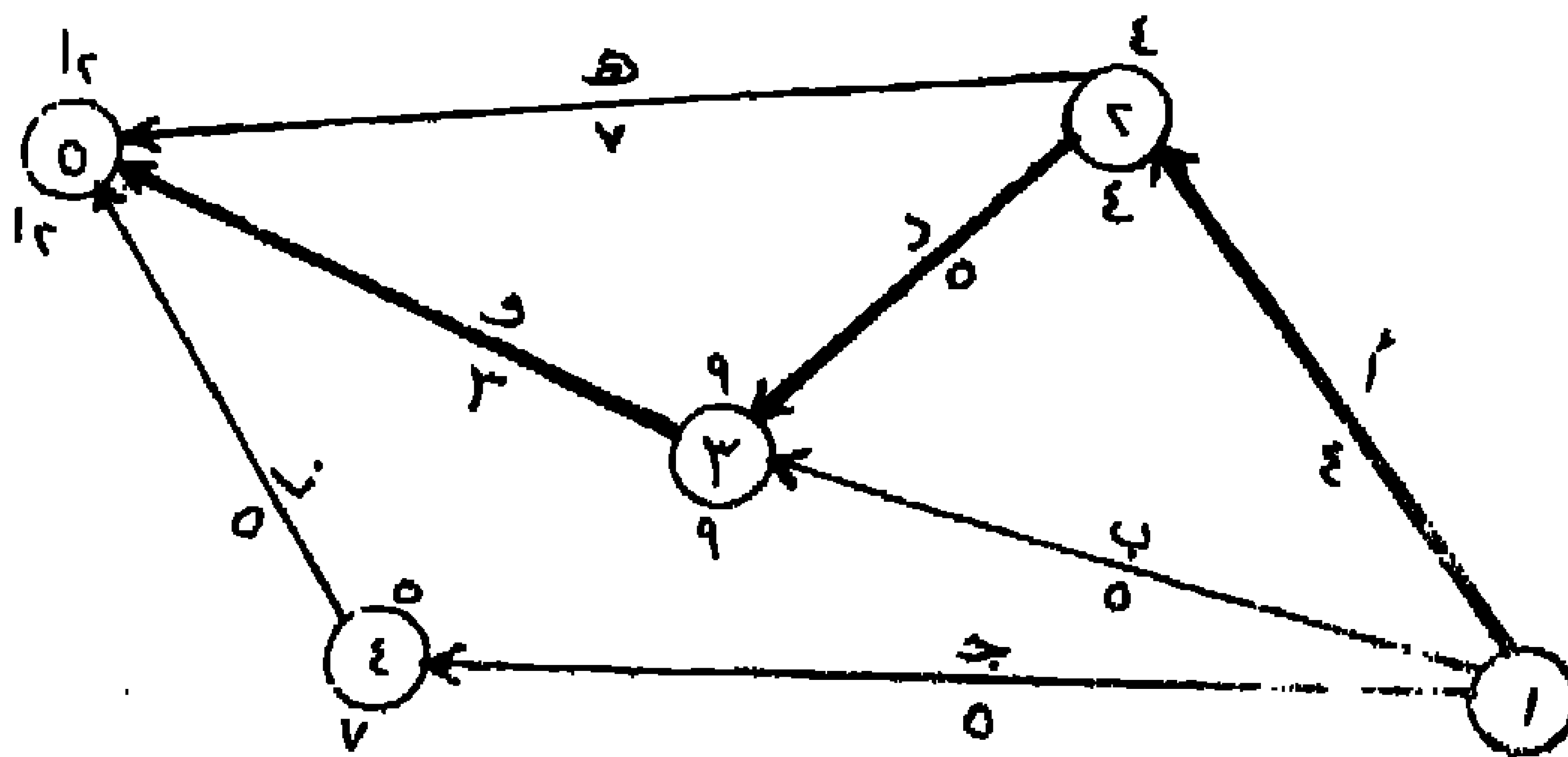
٤ ـ أنه اذا وجدت عوامل أخرى تؤثر فى التكاليف بخلاف الزمن ، أو اذا وجدت تكاليف أخرى ترتبط بالتنفيذ والزمن معا ، كالتكاليف الثابتة لآلات ومعدات التنفيذ ، وعناصر التكاليف غير المباشرة الاخرى المتعلقة بالخدمات الغير مباشرة على العمليات فان كل ذلك لابد وأن يأخذ بعين الاعتبار بالاضافة الى تكلفة التعجيل ، بصدد اتخاذ قرارات التعجيل الملائم .

٦ ـ تحديد المسار الحرج عن طريق البرمجة الخطية :

يتضح مما تقدم أن نماذج التحليل الشبكى تهتم بعامل الزمن كمحدد للمسار الحرج الذى يتحكم فى وقت تنفيذ المشروع. ويتحدد المسار الحرج ، بعد حساب أوقات الانتهاء المبكر والمتأخر للاحداث المختلفة ، بذلك المسار الذى يتساوى فيه التوقيتين على كل الاحداث الواقعة عليه . أو بمعنى آخر بذلك المسار الذى يكون الوقت الفائض الحر للعمليات الواقعة عليه مساويا للصفر .

والواقع أن المسار الحرج يمكن أن يتحدد كمشكلة برمجة خطية يكون الهدف فيها هو تخفيض زمن انجاز المشروع كله أقل مايمكن فى ظل قيود أزمنة الانجاز المقدرة للانشطة المختلفة . ولنفرض توضيحا لذلك خريطة التتابع الفنى للمشروع المبسط الظاهرة فى الشكل (٦/ ١٥) .

شكل (٦/ ١٥) خريطة التتابع الفنى وأزمنة انجاز الانشطة وانتهاء الاحداث



ولنرمز للوقت اللازم للوصول الى حدث معين و بالرمز $س_و$ ، حيث و = ١، ٢، ٣، ٠٠٠ ن، ن هي عدد أحداث المشروع • وحيث على أحداث المسار الحرج يكون وقت الانتهاء المبكر متساويا مع وقت الانتهاء المتأخر فان $س_و$ لهذه الاحداث سوف يعين كلا التوقيتين • ومن الواضح أن الهدف المرغوب تحقيقه يصبح تخفيض الوقت اللازم للوصول من الحدث الاول الى الحدث الأخير، كما أن أقل وقت ممكن يتحدد على المسار الحرج ، وبمعنى آخر يصبح المطلوب هو تدنية الفارق الزمني بين وقت انجاز الحدث الأخير $س_ن$ والحدث الأول $س_١$ ، أى :

تدنية ق : = $س_ن - س_١$ [١]

وعلى أن يتم ذلك بالطبع فى ضوء الوقت اللازم لانجاز كل نشاط من الانشطة ، والذى يتحدد أيضا بالفارق الزمنى بين وقت انتهاء الحدث اللاحق والحدث السابق لنشاط معين على المسار الحرج (وليس على المسارات الاخرى • لماذا ؟)

فاذا رمزنا للوقت المقدر لانجاز النشاط الذى يبدأ من الحدث (ر) وينتهى عند الحدث (و) بالرمز $ق_{رو}$ ، فان وقت انجاز النشاط على المسار الحرج يجب أن لا يزيد عن ($س_و - س_ر$) أى عن الفرق بين وقت انتهاء الحدث اللاحق ووقت انتهاء الحدث السابق •

وتأسيسا على ذلك يصبح المطلوب :

تدنية ق = $س_ن - س_١$ [١]

فى ظل: $س_و - س_ر \geqslant ق_{رو}$ لكل (ر) وكل (و) [٢]

$س_ر \geqslant$ صفر [٣]

وبتطبيق ذلك على الخريطة الواردة بالشكل (٦/ ١٥) نجد أن المطلوب :

تدنية ق = $س_٥ - س_١$

فى ظل: $س_٢ - س_١ \geqslant ٤$ (للنشاط أ)

$س_٣ - س_١ \geqslant ٥$ (للنشاط ب)

$س_٤ - س_١ \geqslant ٥$ (للنشاط جـ)

$س_٣ - س_٢ \geqslant ٥$ (للنشاط د)

$س_٥ - س_٢ \geqslant ٧$ (للنشاط هـ)

$س_٥ - س_٣ \geqslant ٣$ (للنشاط و)

$س_٥ - س_٤ \geqslant ٥$ (للنشاط ز)

$س_ر \geqslant$ صفر ، ر = ١، ٢، ٣، ٤، ٥ •

واذا رمزنا للانشطة المختلفة بالرمز $ص_و$ ، فان ثنائى هذه المشكلة يكون :

تقصية ج = $٤ص_١ + ٥ص_٢ + ٥ص_٣ + ٥ص_٤ + ٧ص_٥ + ٣ص_٦ + ٥ص_٧$

فى ظل : $-ص_١ - ص_٢ - ص_٣ \leq -١$

$ص_١ - ص_٤ - ص_٥ =$ صفر

$ص_٢ + ص_٤ - ص_٦ =$ صفر

$ص_٣ - ص_٧ =$ صفر

$ص_٥ + ص_٦ + ص_٧ \leq ١$

وكلا النموذ جين يمكن حله بطريقة السمبلكس وطريقة السمبلكس الثنائية (عليك بحلهما كتمرين على طريقة السمبلكس الثنائية) ٠

أسـئلة وتمـاريـن الفصـــــل

أولا : الأسئلة :

١ـ تكلم باختصار عن أهم الشروط الواجب توافرها لتطبيق أسلوب المسار الحرج بالمقارنة بأسلوب " برت " ٠

٢ـ وضح أى من العبارات التالية يعتبر خطأ وأيهما يعتبر صواب مبرراً فيما لا يزيد عـــن خمسة سطور لكل :

أـ يتم تعريف الحدث فى نماذج التحليل الشبكى بدلالة الزمن أو الموارد اللازمة لانجازه ٠

ب ـ يمكن أن تكون بعض الاحداث فى خريطة التتابع الفنى مرتبطة بالتبادل ٠

جـ ـ لابد وأن يتساوى وقت الانجاز المبكر مع وقت الانجاز المتأخر لاحداث المسار الحـرج حتى ولو لم يتساوى الوقتين للمشروع ككل ٠

د ـ يتحدد وقت الانجاز المبكر لكل نشاط من الانشطة بالفرق بين وقت الانجاز المتأخـر للحدث التالى ووقت الانجاز المبكر للحدث السابق ٠

هـ ـ اذا كان الوقت الفائض الكلى مساوى للوقت الفائض الحر لكل العمليات على كل المسارات تكون جميع العمليات حرجة ٠

و ـ لايلزم أن يكون الوقت الفائض الحر على عمليات المسار الحرج مساويا للصفر الا اذا كـان وقت الانجاز المبكر للمشروع كله مساويا لوقت انجازه المتأخر ٠

ز ـ اذا اشتركت عمليتان فى وقت فائض كلى قدره ثلاثة أسابيع فانه يلزم أن يكون الوقـــت الفائض الحر لاحداهما أسبوع والثانية أسبوعين ٠

حـ ـ يتحدد وقت الانجاز المتوقع لكل نشاط فى ظل نموذج "برت" على أساس الحكـــم الشخصى والخبرة السابقة ٠

ط ـ يكون المتوسط الحسابى والانحراف المعيارى لتوزيع أوقات المسار الحرج معروف مقدما فى ظل نموذج " برت " ٠

ى ـ اذا كان الانحراف المعيارى لتوزيع أوقات عمليات المسار الحرج يساوى ٢ وكان الوقت المتوقع لانجاز المشروع هو ٢٠ أسبوع فان احتمال انجاز المشروع فى ٢٠ أسبوع يساوى $\frac{١٨}{٢٠}$ ، أى ٩٠ ٪ ٠

ك ـ تكون تكلفة انجاز المشروع فى الاوقات العادية دون تعجيل بأى أنشطة هى أقـــل

تكاليف الانجاز الممكنة .

ـ يمكن دائما التعجيل بأى نشاط الى وقت انجازه المعجل مادام هذا النشاط واقعا على المسار الحرج ليتحقق التعجيل المطلوب فى المشروع ككل بنفس وقت تعجيـــل النشاط .

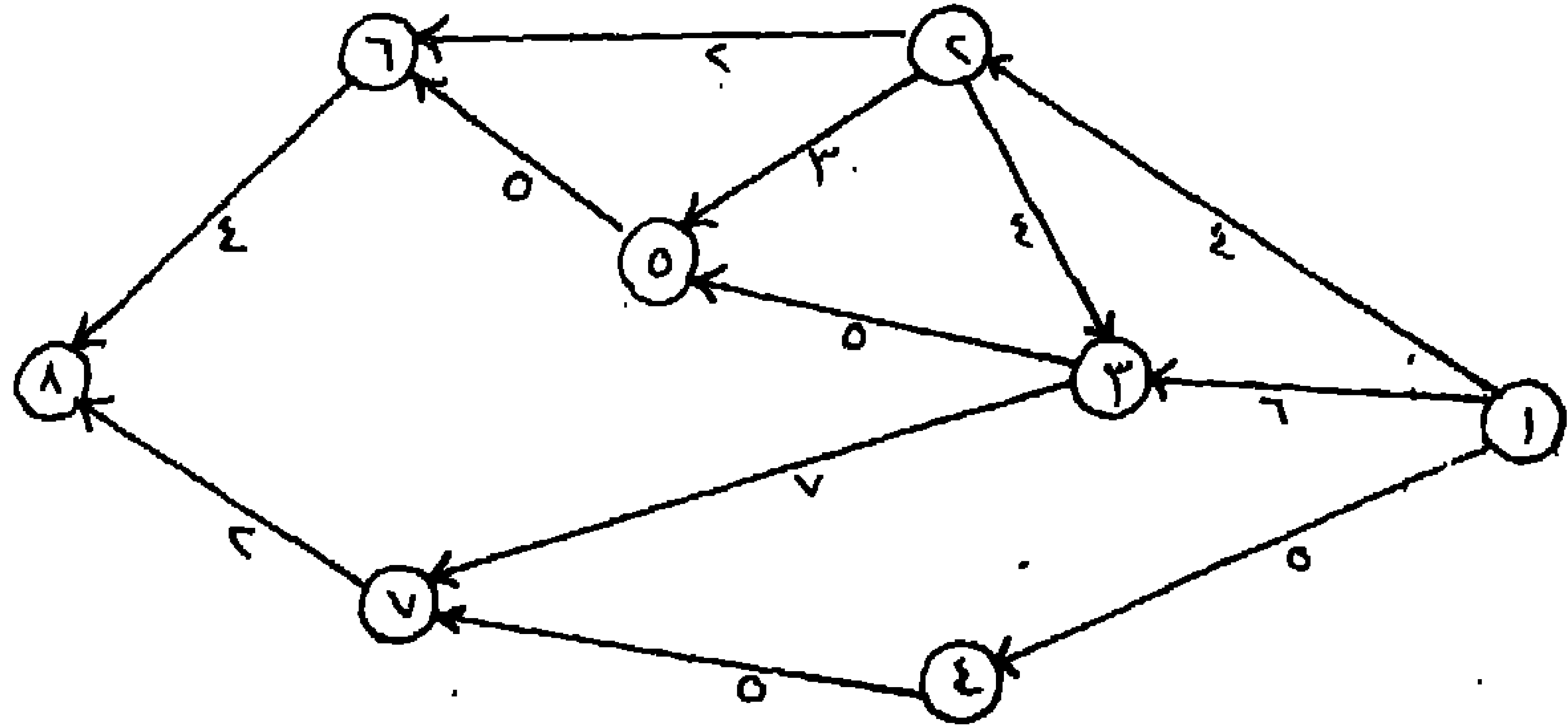
م ـ تتناقص تكلفة التعجيل لوحدة الزمن كلما طالت فترة تنفيذ المشروع .

ن ـ لا يتأثر برنامج التعجيل الأمثل بأية عوامل بخلاف تكاليف التعجيل بالنسبة للزمن .

ثانيا : التمارين :

التمرين الأول :

فيما يلى خريطة التتابع الفنى بأوقات انجاز العمليات لمشروع معين .



المطلوب : ١ ـ اعداد جدول التتابع الفنى للعمليات .

٢ ـ تحديد المسار الحرج عن طريق تعديد المسارات .

٣ ـ تحديد المسار الحرج عن طريق الوقت الفائض للاحداث .

٤ ـ بفرض أن وقت النشاط الموصل من الحدث (٢) الى الحدث (٣) انخفض الى وحدتين زمنيتين بدلا من أربع وحدات ، قم بتكرار المطاليب الثلاثة السابقة .

٥ ـ ضع الصيغة الرياضية لنموذج البرمجة الخطية اللازم لتحديد المســـار الحرج من واقع خريطة التتابع الفنى المعطاه .

التمرين الثانى :

من واقع الخريطة فى التمرين الأول قم باستبعاد النشاط المؤدى من الحدث (٢) الى الحدث (٣) وقم باضافة نشاط يبدأ من الحدث (٥) وينتهى فى الحدث (٧) ويستغرق ٤ وحدات زمنية • قم بتنفيذ المطاليب الثلاثة الأولى والمطلوب الخامس كما فى التمرين الأول على الخريطة الجديدة •

التمرين الثالث :

من واقع الخريطة فى التمرين الثانى ، افترض أنه يمكن التعجيل بكل الانشطة بواقع وحدة زمنية واحدة لكل نشاط مقابل زيادة التكلفة الخاصة بانجاز النشاط بواقع ٢٠٪ من تكلفة التنفيذ فى الأوقات العادية • فاذا علمت أن (أ) تكلفة التنفيذ العادية للانشطة التى تبدأ بالحدث (١) متساوية لوحدة الزمن وتبلغ ٢٠٠٠ جنيه لوحدة الزمن •(ب) تكلفة التنفيذ العادية للانشطة التى تبدأ من الاحداث (٢)، (٣)، (٥) متساوية بالنسبة لوحدة الزمن وتبلغ ١٢٠٠ جنيه لوحدة الزمن • (جـ) تكلفة التنفيذ العادية للانشطة التى تبدأ من الاحداث (٤) ، (٦)، (٧) متساوية بالنسبة لوحدة الزمن وتبلغ ٨٠٠ جنيه لوحدة الزمن •

المطلوب : (١) اعداد جدول التتابع الفنى للعمليات بتكلفة التنفيذ العادية والمعجلة لكل العمليات •

(٢) بفرض أن الادارة ترغب فى تنفيذ المشروع فى وقت التنفيذ المعجل ، فما هى التكلفة المضافة نتيجة هذا التعجيل ، وما هو الوفر فى زمن التنفيذ عن الزمن العادى •

(٣) قم باعداد برنامج التعجيل الأمثل •

التمرين الرابع :

فيما يلى جدول التتابع الفنى لعمليات مشروع معين والازمنة المقدرة للانجاز والتكاليف :

النشاط	الاحداث السابقة	الاحداث اللاحقة	الزمن المقدر (أسبوع) قل	قح	قى	الزمن المعجل (اسبوع)	تكلفة التنفيذ لوحدة الزمن (أسبوع) المقدر	المعجل
أ	١	٢	٢	٤	٦	٣	١٠٠	١٥٠
ب	١	٣	٣	٥	١٣	٣	١٥٠	٤٠٠
جـ	٢	٥	٤	٥	٦	٤	١٢٠	١٦٠
د	٢	٤	٢	٣	١٠	٣	٨٠	١٥٠
هـ	٣	٤	١	٢	٣	١	٣٠٠	٨٠٠
و	٥	٧	١	٢	٩	٢	٦٠	١٠٠
ز	٤	٧	٦	٨	١٠	٦	٥٠	٨٠
ح	٣	٦	٥	٨	١١	٥	١٥٠	٢٠٠
ط	٦	٧	٤	٦	٨	٤	٣٠	٥٠

المطلوب :

١ ــ بفرض قع هوزمن انجاز العمليات قم باعداد خريطة التتابع الفنى وحساب وقت الانجاز المبكر والمتأخر لكل حدث وتحديد الوقت الفائض الكلى والوقت الفائض الحر لكل نشاط وتحديد المسار الحرج .

٢ ــ من واقع الخريطة فى المطلوب الأول افترض أن الادارة ترغب فى تنفيذ المشروع فى زمن لا يزيد عن ١٥ أسبوعا ، فما هو برنامج التعجيل الأمثل .

٣ ــ من واقع الخريطة فى المطلوب الأول ، افترض أن الادارة ترغب فى تنفيذ المشروع فى ١٢ أسبوعا ، فهل تستطيع أن تحقق لها هذه الرغبة ولماذا ؟ بفرض أن النشاط (د) يمكن التعجيل به لمدة اسبوعين فما هى التكلفة المضافة التى تترتب على ذلك فى تعجيل تنفيذ المشروع ؟ .

٤ ــ قم بحساب قَ و قر للمسار الحرج وقم بحساب احتمال انجاز المشروع فى ٢٢ أسبوعا .

جدول المساحات تحت التوزيع المعتدل

المساحة تحت التوزيع الطبيعي المعتدل
من صفر الى (Z)

حيث احتمال Z ≥ ط :

= 0.5 + المساحة تحت التوزيع
من 0.0 الى Z = ط

0.0	.0000	.0040	.0080	.0120	.0160	.0199	.0239	.0279	.0319	.0359
0.1	.0398	.0438	.0478	.0517	.0557	.0596	.0636	.0675	.0714	.0754
0.2	.0793	.0832	.0871	.0910	.0948	.0987	.1026	.1064	.1103	.1141
0.3	.1179	.1217	.1255	.1293	.1331	.1368	.1406	.1443	.1480	.1517
0.4	.1554	.1591	.1628	.1664	.1700	.1736	.1772	.1808	.1844	.1879
0.5	.1915	.1950	.1985	.2019	.2054	.2088	.2123	.2157	.2190	.2224
0.6	.2258	.2291	.2324	.2357	.2389	.2422	.2454	.2486	.2518	.2549
0.7	.2580	.2612	.2642	.2673	.2704	.2734	.2764	.2794	.2823	.2852
0.8	.2881	.2910	.2939	.2967	.2996	.3023	.3051	.3078	.3106	.3133
0.9	.3159	.3186	.3212	.3238	.3264	.3289	.3315	.3340	.3365	.3389
1.0	.3413	.3438	.3461	.3485	.3508	.3531	.3554	.3577	.3599	.3621
1.1	.3643	.3665	.3686	.3708	.3729	.3749	.3770	.3790	.3810	.3830
1.2	.3849	.3869	.3888	.3907	.3925	.3944	.3962	.3980	.3997	.4015
1.3	.4032	.4049	.4066	.4082	.4099	.4115	.4131	.4147	.4162	.4177
1.4	.4192	.4207	.4222	.4236	.4251	.4265	.4279	.4292	.4306	.4319
1.5	.4332	.4345	.4357	.4370	.4382	.4394	.4406	.4418	.4429	.4441
1.6	.4452	.4463	.4474	.4484	.4495	.4505	.4515	.4525	.4535	.4545
1.7	.4554	.4564	.4573	.4582	.4591	.4599	.4608	.4616	.4625	.4633
1.8	.4641	.4649	.4656	.4664	.4671	.4678	.4686	.4693	.4699	.4706
1.9	.4713	.4719	.4726	.4732	.4738	.4744	.4750	.4756	.4761	.4767
2.0	.4772	.4778	.4783	.4788	.4793	.4798	.4803	.4808	.4812	.4817
2.1	.4821	.4826	.4830	.4834	.4838	.4842	.4846	.4850	.4854	.4857
2.2	.4861	.4864	.4868	.4871	.4875	.4878	.4881	.4884	.4887	.4890
2.3	.4893	.4896	.4898	.4901	.4904	.4906	.4909	.4911	.4913	.4916
2.4	.4918	.4920	.4922	.4925	.4927	.4929	.4931	.4932	.4934	.4936
2.5	.4938	.4940	.4941	.4943	.4945	.4946	.4948	.4949	.4951	.4952
2.6	.4953	.4955	.4956	.4957	.4959	.4960	.4961	.4962	.4963	.4964
2.7	.4965	.4966	.4967	.4968	.4969	.4970	.4971	.4972	.4973	.4974
2.8	.4974	.4975	.4976	.4977	.4977	.4978	.4979	.4979	.4980	.4981
2.9	.4981	.4982	.4982	.4983	.4984	.4984	.4985	.4985	.4986	.4986
3.0	.4987	.4987	.4987	.4988	.4988	.4989	.4989	.4989	.4990	.4990
3.1	.4990	.4991	.4991	.4991	.4992	.4992	.4992	.4992	.4993	.4993
3.2	.4993	.4993	.4994	.4994	.4994	.4994	.4994	.4995	.4995	.4995
3.3	.4995	.4995	.4995	.4996	.4996	.4996	.4996	.4996	.4996	.4997
3.4	.4997	.4997	.4997	.4997	.4997	.4997	.4997	.4997	.4997	.4998
3.5	.4998	.4998	.4998	.4998	.4998	.4998	.4998	.4998	.4998	.4998
3.6	.4998	.4998	.4999	.4999	.4999	.4999	.4999	.4999	.4999	4999
3.7	.4999	.4999	.4999	.4999	.4999	.4999	.4999	.4999	.4999	.4999
3.8	.4999	.4999	.4999	.4999	.4999	.4999	.4999	.4999	.4999	.4999
3.9	.5000	.5000	.5000	.5000	.5000	.5000	.5000	.5000	.5000	.5000

الفصل السابع
مقدمة فى نظرية المباريات

١ ـ مقدمة :

تعتبر نظرية المباريات من أهم الانجازات الرياضية فى المجالات الاستراتيجية والاقتصادية فى القرن العشرين ٠ ويعتبر العالم الرياضى الفرنسى أميل بوريل Emile Borel أول من طرح فكرة النظرية سنة ١٩٢١ ٠ الا أن الفضل الأكبر فى ارساء أركان النظرية وبرهنة نتائجها الأساسية واظهار الامكانيات الهائلة لها فى التطبيق فى المجالات الاقتصادية والعسكرية والادارية يرجع الى جون فون نيومان واسكار مورجانسترن John von Neumann & Oskar Morganstern، فبعد أن أثبت فون نيومان القانون الأساسى للنظرية ، وهو قانون أدنى الاقصيات Minimax Theorem سنة ١٩٢٨، تعاون مع مورجانسترن فى تقديم النظرية كأداة لتحليل المواقف التنافسية المتعارضة فى المجالات الاقتصادية والحربية ، وفى المجالات التى تتعارض فيها المصالح بصفة عامة سنة ١٩٤٤ ٠ ومنذ ذلك الحين وحتى وقتنا هذا لم يتوقف سيل الاضافة والتطوير ومحاولات التغلب على مشاكل التطبيق ٠ ومن أهم الاضافات التى فتحت أفاقا جديدة للتطبيق هى نتائج أعمال شابلى L. S. Shapley عندما قدم الدالة المعروفة بدالة قيم شابلى ، والتى على أساسها تتحدد قيمة عائد المباريات متعددة الأطراف لكل من المشاركين فيها فى صورة فريدة ٠

وسوف يختص هذا الفصل بتقديم القارئ للمبادئ الأولية للنظرية ، مع شرح بعض مجالات التطبيق ، وسوف نقتصر فى هذا الصدد على مايسمى بالمباريات الثنائية ذات الحصيلة الصفرية ٠ وسوف نوضح فى نهاية الفصل كيف يمكن التوصل الى تحديد نتيجة هذه المباريات كحالة خاصة من نموذج البرمجة الخطية ٠

٢ـ المباريات الثنائية ذات الحصيلة الصفرية Two-Person Zera-Sum Games

تنقسم المباريات من حيث عدد المشاركين فيها الى مباريات ثنائية ومباريات متعددة الاطراف ، كما تنقسم من حيث الحصيلة الى مباريات صفرية الحصيلة ومباريات غير صفرية الحصيلة • أما المباريات الثنائية صفرية الحصيلة فهى تلك التى تتم بين طرفين متنافسين أو ذوى مصالح متعارضة ، وبحيث تكون الحصيلة الجبرية لعائد المباراة لكلا الطرفين معا مساوية للصفر.-أى أن مكاسب احدهما لابد وأن تتساوى مع خسائر الاخر• فاذا تنافست شركتان على حجم سوق ثابت مثلا وفازت احداهما بزيادة ١٠ ٪ فى نصيبها فى السوق فان الأخرى بالضرورة تكون قد خسرت مايعادل هذه النسبة من حصتها فى السوق •

وتؤدى المباريات الثنائية غير صفرية الحصيلة الى حصيلة جبرية لاتساوى الصفر، بمعنى أنه قد يترتب على حملة اعلانية تقوم بها احدى شركتين متنافستين زيادة مبيعاتها بنسبة معينة ولكن النقص فى مبيعات المنافسة يقل عن هذه النسبة أو يزيد عنها • وفى الحالة الأولى تكون المبيعات الكلية للشركتين معا قد زادت ، وفى الحالة الثانية تكون المبيعات الكلية قد نقصت • وتكون الزيادة فى أرباح الشركة الأولى فى الحالة الأولى أكبر من النقص فى أرباح الثانية ، بينما تكون أقل من هذا النقص فى الحالة الثانية •

وتكون المباراة متعددة الاطراف اذا زاد عدد المشاركين فيها ، أو المتنافسين على عائدها عن اثنين • وهى قد تكون ذات حصيلة صفرية ، كما قد تكون ذات حصيلة غير صفرية موجبة أو سالبة ، بنفس المنطق بعاليه •

وسوف نقتصر ، كما سبق أن ذكرنا ، على عرض مبسط للمباريات الثنائية صفرية الحصيلة •

٢ـ١ـ الاستراتيجيات الصرفة والاستراتيجيات المختلطة :

يفترض فى نظرية المباريات دائما أن المتنافسين على عائد المباراه فى منتهى الوعى والرشد والحصافة • فيجب أن يتوافر فى كل منهم القدرة على التوقع بتصرفات المنافس ، وحساب نتائجها ، كما تؤثر فى نصيبة فى حصيلة المباراة • وبالتالى فليس هناك أى تصرفات عشوائية غير محسوبة من قبل أى من المنافسين • ومن هذا المنطلق قد يجد أحد المنافسين

نفسها مضطرا الى أن يلتزم بما يسمى استراتيجية صرفة "Pure strategy" فـــى تصرفاته قبل المنافس الذى قد يضطر الى اتباع استراتيجية صرفه هو الآخر أو اتبـــاع استراتيجية مختلطة Mixed Strategy . وسوف نوضح هذين المفهومين عن طريق مثال مبســط .

نفترض كل من الشركتين ش$_١$ ، ش$_٢$ يتنافسان فى سوق منتجات معين حيث يعرض كل منهما ثلاثة منتجات فى هذا السوق ، وحيث تعتبر منتجات كل من الشركتين بدائل كاملـة لمنتجات الأخرى . ولنفرض أن الشركة ش$_١$ ، نتيجة دراسة مستفيضة للسوق والتغير فـى أذواق المستهلكين ، وجدت أنها تستطيع تقديم منتج رابع متطور يمكن أن يؤدى الـى زيادة نصيبها من السوق بمقدار ١٠ ٪ من الحجم الكلى للسوق ، اذا لم تقم ش$_٢$ بتصرف مضاد . أما اذا قامت ش$_٢$ بتقديم منتج جديد هى الأخرى ، فان الزيادة فى نصيب ش$_١$ من السوق بتقديم منتجها الجديد سوف تقتصر على ٤٪ فقط . فى حين أنه اذا قامـت ش$_٢$ بتقديم منتج جديدة بينما لم تقم ش$_١$ بتقديم منتجها فان ش$_١$ تخسر ٦٪ من نصيبهـا الحالى فى السوق . فما هى الاستراتيجية المفضلة والتى يجب على ش$_١$ اتباعها فى ظـل هذه الظروف ؟ ، وبالتالى فما هى استراتيجية ش$_٢$ المثلى لمقابلة نوايا ش$_١$ حتى تتصـف ادارتها بالرشد الاقتصادى والحصافة الادارية ؟ .

والواقع أن ش$_١$ أمام خيارين ، اما أن تقدم المنتج الجديد أو أن لاتتقدم بهـذا المنتج فى السوق . ولنرمز للخيار الأول بالرمز ل$_{١١}$ وللخيار الثانى بالرمز ل$_{١٢}$. وفـى المقابل يصبح أمام ش$_٢$ خيارين ، أما أن تتقدم بمنتج جديد هى الأخرى ، أو لاتتقـدم بهذا المنتج . ولنرمز للخيار الأول بالرمز ل$_{٢١}$ وللخيار الثانى بالرمز ل$_{٢٢}$. وتأسيا على ذلك يمكن أن نلخص البيانات السابقة فى شكل مايسمى بمصفوفة عائد المبـــاراة Pay off Matrix كالآتـى :

جدول (١/٧)

		ش$_٢$		
		ل$_{٢١}$	ل$_{٢٢}$	
ش$_١$	ل$_{١١}$	٤٪	١٠٪	مصفوفة عائـد المبـاراه
	ل$_{١٢}$	ـ٦٪	٠	

ويلاحظ أن كل عنصر فى المصفوفة يمثل العائد على احدى الشركتين والذى بالضرورة يمثل خسارة الشركة الأخرى • فزيادة نصيب ش١ بمعدل ٤٪ فى الصف الأول والعمود الاول يعنى من وجهة نظر ش٢ نقص فى نصيبها بنفس النسبة ، بينما نقص نصيب ش١ بمعدل ٦ ٪ فى الصف الثانى والعمود الأول هو من وجهة نظر ش٢ زيادة فى نصيبها بنفس المعدل •

ومن الواضح أنه اذا كانت ادارة ش١ رشيدة وحصيفة فى ظل هذه الظروف فانها سوف تختار وبالضرورة البديل ل١١ • ذلك لانها فى كل الاحوال سوف تحصل على زيادة اضافية فى نصيبها من السوق أدناها ٤٪ وأقصاها ١٠٪ • وبالتالى فأقل مايمكن أن نحصل عليه من مكاسب بهذا البديل هو اضافة ٤٪ الى نصيبها من السوق • أما البديل الثانى ، فأقصى مايمكن أن تضيفه الى نصيبها من السوق فيه هو صفر بينما أدنى مايمكن أن تتحصل عليه هو فقدان ٦٪ من نصيبها الحالى • ذلك اذا اختارت ش٢ البديل ل٢١ •

غير أنه طبقا لافتراضات نظرية المباريات ، اذا كانت ش١ حصيفة ورشيدة فلا يجوز افتراض أن ش٢ أقل منها حصافة أو رشدا • وهى لو اختارت ل١٢ فان أقصى مايمكن أن تفقده من السوق هو ٤٪ بينما قد تتاح لها الفرصة فى اضافة ٦٪ الى نصيبها الحالى • أما اذا اختارت ل٢٢ فأقصى مايمكن أن تفقده من السوق هو ١٠٪ ، بينما أفضل مايمكن أن يتحقق لها بهذا البديل هو الاحتفاظ بنصيبها الحالى ، وذلك بشرط اختيار ش١ للبديل ل٢١ • ومن الواضح أيضا فى ظل هذه الظروف أنه يصبح من المتعين على ش٢ أن تختار البديل ل١٢ لتقلل خسائرها من حصة السوق الى أقل مايمكن •

ويعنى ذلك أن فرص اختيار ش١ بين البديلين أصبحت مركزة على البديل ل١١ بنسبة ١٠٠٪ ، أو باحتمال واحد صحيح ، بينما فرصة اختيار ل٢١ بالنسبة للشركة ش١ أصبح احتمالها مساويا للصفر • فالشركة ش١ سوف تختار ل١١ بصفة مطلقة منطقيا • ويقال فى هذه الحالة أن الشركة ش١ تتبع استراتيجية صرفة هى (١ ، صفر) • أى أن احتمال اختيار أحد البديلين هو واحد صحيح واحتمال اختيار البديل الآخر هو الصفر •

كذلك الأمر بالنسبة للشركة ش٢ • فهى سوف تختار هى الأخرى ل١٢ بصفة مطلقة أى أنها مضطرة أن تتبع الاستراتيجية الصرفة (١ ، صفر) للاقلال من النسبة التى تفقدها من السوق للشركة ش١ الى أقل مايمكن •

وبالتالى فمن الواضح أن الاستراتيجيةالصرفة لمتنافس معين تعنى اختياره لاحـد البدائل بصفة مطلقة دون البدائل الاخرى ، أوأن احتمال اختيار هذا البديل يصبـح مساويا للوحدة ، بينما اختيار البدائل الاخرى احتمالاتها مساوية للصفر• وبالتبعية تكون الاستراتيجية مختلطة اذا كان احتمال اختيار أكثر من بديل يزيد عن الصفر• مثال ذلـك الاستراتيجيات (١/٢، ١/٢)، (٣/٤ ، ١/٤) ، (١/٦ ، ٥/٦) ، (١/٣ ، ٢/٣، صفر)،وهكذا•

٢ـ٢ـ أدنى الأقصيات وأقصى الأدنيات وقيمةالمباراة :

حيث تعتبر مكاسب أحد المتنافسين فى المباريات صفرية الحصيلة بالضرورة معادلة وممثلة لخسائر المتنافس الآخر ، فاننا نستطيع التوصل الى الاستراتيجيات المثلى لكل من المتنافسين بتطبيق قانونى أدنى الاقصيات وأقصى الادنيات • ونوضح ذلك عن طريـق المثال بعاليه •

ولنتفق منذ البدايةعلى تطبيق مبدأ الحيطة والحذر • وهو يعـنى فى هذا المجال أننانعتقد فى قراراتنا فيما يختص ببديل معين من البدائل بأقل الارباح أو المكاسب التى يحققها البديل اذا كان البديل من وجهة نظرنا مربحا ، ونعتقد بأكبر الخسائر أوالتضحيات التى تترتب على هذا البديل اذا كان البديل من وجهة نظرنا خاسرا • ذلك أيضا بمراعـاة أن البديل المربح من وجهة نظر أحد المتنافسين هو بالضرورة محققا لخسائر من وجة نظر المتنافس الآخر •

ونلاحظ فى مثالنا السابق أن أقل مايتحقق من مكاسب للشركة ش١ بالبديل الأول ل١١ هو اضافة ٤٪ لنصيبها من السوق ، بينما أقل مايتحقق لها بالبديل ل١٢ هو فقـدان (ـ٦٪) من نصيبها من السوق • وهى اذ اتبعت مبدأ الحيطة والحذر فى تقييم مكاسـب كل من البديلين ، فهى تختار البديل الذى يحقق أقصى أدنيات المكاسب ، أى الأقصى بين + ٤٪ و ـ٦٪ ، وهو + ٤٪ •

وحيث مكاسب ش١ هى خسائر ش٢ ، فان ش٢ تنظر للأمر بنظرة عكسية • فهى تقيـم البدائل على أساس حساب أقصى مايمكن أن يتحقق لها من خسائر عن كل منها ، ثم تعمـل على تقليل خسائرها بعد ذلك الى أقل مايمكن • وهى لو اختارت البديل الأول لكان أقصى خسائر تمـنى بها هى فقدان ٤٪ من نصيبها من السوق ، بينما لو اختارت البديل الثانى

لكان أقصى الخسائر هو فقدان ١٠٪ من هذا النصيب • وبذلك فهى تختار البديل الذى يحقق لها أدنى أقصيات الخسائر ، أى البديل الأول الذى يحقق لها خسائر قدرها ٤٪•

ويتضح ما تقدم من الجدول التالى الذى يوضح أدنيات مكاسب ش١ وأقصيات خسائر ش٢ •

جدول (٧/٢)

		ش٢: ل٢١	ش٢: ل٢٢	أدنى مكاسب ش١
ش١	ل١١	(٤)	١٠	٤*
	ل١٢	٦ —	•	٦ —
أقصى خسائر ش٢		٤*	١٠	

ويتضح من الجدول أن الشركتين يكونان فى حالة توازن عند تلاقى ل١١ مع ل٢٢، حيث تكون أقصى أدنيات مكاسب ش١ معادلة لأدنى أقصيات خسائر ش٢ ، أى عندما تحصل ش١ على ٤٪ زيادة فى نصيبها من السوق بتقديم المنتج الجديد وتفقد ش٢ ٤٪ من نصيبها بتقديم منتج جديد فى مواجهة ش١ • لاحظ أنه اذا لم تقم ش٢ بتقديم المنتج فانها تخسر ١٠٪ من نصيبها من السوق ، وهى بتقديم المنتج تقلل الخسائر الى ٤٪ بدلا من ١٠٪ • ويبلغ عائد المباراة من وجهة نظر ش١ ٤٪ بينما يبلغ من وجهة نظر ش٢ — ٤٪ لتكون الحصيلة الكلية مساوية للصفر • غير أنه يقال أن قيمة المباراة = ٤٪ من وجهة نظر المستفيد منها •

٢ـ٣ـ دالة العائد والاستراتيجيات المثلى :

يطلق على الاستراتيجية التى تحقق أقصى عائد للمباراة من وجة نظر المستفيد منها الاستراتيجية المثلى ، كما يطلق على الاستراتيجية التى تحقق أدنى تضحيات من وجهة نظر المتضرر من المباراة الاستراتيجية المثلى أيضا • والاستراتيجية المثلى هى تلك التى تؤدى الى تقصية دالة العائد الى أكبر مايمكن فى حالة المستفيد ، والى تدنية دالة العائد الى أقل مايمكن فى حالة المتضرر •

والاستراتيجية فى حقيقة الأمر ماهى الا التوزيع الاحتمالى لاقرار البدائل ٠ وتكون الاستراتيجية مثلى اذا أمكن تحديد هذا التوزيع الاحتمالى بطريقة تؤدى الى تحقيق الهدف المرغوب بأفضل صورة ممكنة اذا تم اقرار البدائل على أساس هذا التوزيع ٠

ولتوضيح ذلك دعنا نرمز لاحتمال اختيار البديل الأول بالنسبة للشركة ش١ بالرمز(ح) وحيث أن الشركة متاح لها بديلين ، وحيث مجموع الاحتمالات = ١ فان احتمال اختيار البديل الثانى يكون مساويا (١ـح) ٠ ولنرمز على نفس النمط لاحتمال اختيار الشركة ش٢ للبديل الأول بالرمز (ط) ، حيث يكون احتمال اختيار البديل الثانى (١ ـ ط)٠وتتضح هذه البيانات مع مصفوفة عائد المباراة بين ش١ ، ش٢ من الجدول (٧/ ٣)٠

واذا كان عائد المباراه بالنسبة للشركة ش١ هو ع ، فان هذا العائد من واقع هذا الجدول يتم حسابه كالآتى :

ع= ح [٤(ط) + ١٠ (١ ـ ط)]+ (١ ـ ح) [ـ٦(ط) + صفر (١ ـ ط)]

= ٤ح ط + ١٠ح ـ ١٠ح ط ـ ٦ط + ٦ح ط

= ١٠ ح ـ ٦ ط [١]

جدول
(٣/٧)

			ش٢ ل٢١	ش٢ ل٢٢
		الاستراتيجيات	ط	(١ ـ ط)
ش١	ل١١	ح	٤	١٠
	ل١٢	(١ ـ ح)	ـ٦	٠

ونجد من المعادلة [١] أن الشركة ش١ تتحكم فى قيمة ح بينما الشركة ش٢ تتحكم فى قيمةط٠ ولا شك فى أن ش١ ترغب فى جعل قيمةح أكبر مايمكن حتى تكون ع أكبر مايمكن ٠ بينما الشركة ش٢ ترغب فى جعل قيمة ط أكبر مايمكن لجعل قيمة ع أقل مايمكن (أرباح ش١ خسائر للشركة ش٢) ، ذلك لان معامل ط فى [١] مقدار سالب ٠ وحيث ٠ ≼ ح ≼ ١ ، ≼ط ≼ ١ ،

فان ح = ١ ، ط = ١ تحقق غرض الشركتين • وبالتالى تكون استراتيجية ش١ هى (١، صفر) واستراتيجية ش٢ هى (١، صفر) وكلاهما استراتيجيات صرفة •

ويطلق على المباراة التى تكون الاستراتيجيات المثلى للمتنافسين فيها استراتيجيات صرفة ، مباراة محددة تحديدا كاملا Strictly determined .

وليس من الضرورى بالطبع أن تكون الاستراتيجيات المثلى استراتيجيات صرفة • فلو افترضنا مثلا أن مصفوفة العائد بين ش١ ، ش٢ كانت كما فى الجدول (٧/٤) •

جدول (٥/٤)

		ش٢ ل٢١	ش٢ ل٢٢	
	الاستراتيجيات	ط	(١ ـ ط)	أدنى مكاسب ش١
ش١ ل١١	ح	٢	ـ٤	ـ ٤*
ش١ ل١٢	(١ ـ ح)	ـ٦	٨	ـ ٦
أقصى خسائر ش٢		٢*	٨	

فانه يتضح من الجدول أن أقصى أدنيات ش١ (ـ٤*) يختلف عن أدنى أقصيات ش٢ (٢*)
واذا رغبنا فى تحديد عائد المباراة بالنسبة للشركة ش١ فاننا نجد أنه كالآتى :

ع = ح [٢ ط) + (ـ٤) (١ ـ ط)] + (١ ـ ح) [(ـ ٦) (ط) + ٨ (١ ـ ط)]

= ١٦ ح ط ـ ٨ ح ـ ١٠ ط + ٤

= ١٦ (ح ط ـ ٨/١٦ ح ـ ١٠/١٦ ط) + ٤

= ١٦ [(ح ـ ١٠/١٦) (ط ـ ٨/١٦)] ـ ٥ + ٤

= ١٦ (ح ـ ٥/٨) (ط ـ ½) ـ ١   [٢]

وكما هو الحال فى المثال السابق فان ش١ تتحكم فى ح بينما ش٢ تتحكم فى ط ، وترغب الأولى فى تقصية ع بينما ترغب الثانية فى تدنيتها • ولنفرض أن ش١ اختارت ح = ١ ، فسوف يكون من المنطقى فى هذه الحالة أن تختار ش٢ ط = صفر حتى تتفاقم خسائر ش١ وتزداد قيمة ع السالبة بالنسبة للشركة ش١ (والموجبة بالنسبة للشركة ش٢) فى المعادلة [٢] •

واذا اختارت ش$_2$ اى قيمة للمتغير ط $>$ $\frac{1}{2}$ فانه يصبح فى صالح ش$_1$ اختيار أكبر قيمة ممكنة للمتغير ح ، أى جعل ح = ١ حتى نحصل على أكبر قيمة موجبة للحد الأول فى المعادلة [٢] . وبالتالى فعلى ش$_2$ أن تجعل ط $\geq$ $\frac{1}{2}$ حتى تضمن أن تكون محصلة هذا الحد سالبة أو صفر .

الا أن ش$_1$ لو وجدت أن ش$_2$ اختارت قيمة ط $<$ $\frac{1}{2}$ فيصبح من المنطقى أن تختار هى الأخرى قيمة ح $<$ $\frac{5}{8}$ حتى يتحول الحد الأول من المعادلة [٢] الى مقدار موجب فتقل الخسائر التى تتحملها . ولكن لو أكتشفت ش$_2$ ذلك لجعلت قيمة ط $>$ $\frac{1}{2}$ لتتحول قيمة الحد الى مقدار سالب . والواقع أن الاستراتيجية المثلى للشركة ش$_1$ فى ظل رشد وحصافة ش$_2$ تقتضى أن تجعل ح = $\frac{5}{8}$، وبالتالى الاستراتيجية المختلطة ($\frac{5}{8}$ ، $\frac{3}{8}$) ، كما أن الاستراتيجية المثلى للشركة ش$_2$ فى ظل حصافة ورشد ش$_1$ تقتضى أن تجعل ط = $\frac{1}{2}$ ، وبالتالى تتبع الاستراتيجية المختلطة ($\frac{1}{2}$، $\frac{1}{2}$) لتكون قيمة المباراة محددة بخسارة قدرها ١٠% تتحملها ش$_1$ (وهى مكاسب تضاف لنصيب ش$_2$) .

٣ـ تعدد البدائل أمام المتنافسين والبدائل المهيمنة (المسيطرة) :

قد تتعدد البدائل أمام المتنافسين فى المباراة ولا تكون الاستراتيجيات المثلى استراتيجيات صرفة حيث يتحقق التوازن بتعادل أدنى الاقصيات مع أقصى الادنيات . ويقتضى الأمر فى ظل هذه الظروف أن يقوم كل متنافس بتحليل البدائل لاستبعاد غير الفعال منها والابقاء على البدائل المهيمنة Dominant قبل البحث عن الاستراتيجية المثلى التى يجب اتباعها . ويكون بديل مهيمنا على بديل أو بدائل أخرى من وجهة نظر متنافس معين اذا كان كل عنصر من عناصر متجه عائد هذا البديل فى مصفوفة العائد يفوق على الأقل العنصر المماثل فى متجه البديل أو البدائل الأخرى .

ولتوضيح ذلك افترض مصفوفة العائد الموضحة فى الجدول (٧ / ٥) بين ش$_1$ ، ش$_2$.

		ش$_2$ ل$_{21}$	ش$_2$ ل$_{22}$	ش$_2$ ل$_{23}$	أدنى مكاسب ش$_1$	
ش$_1$	ل$_{11}$	٥	ـ٦	٩	ـ٦	جدول (٧/٥)
	ل$_{12}$	ـ٤	٨	ـ٤	ـ٤*	
	ل$_{13}$	٤	ـ٧	٨	ـ٧	
	أقصى خسائر ش$_2$	٥*	٨	٩		

ومن الواضح أن البديل ل ١١ يهيمن على البديل ل ١٣ من وجهة نظر ش١ حيث : ٥ > ٤، ـ٦ > ـ٧ ، ٩ > ٨ . وهذا يعنى أنه اذا كان للشركة ش١ أن تختار بين البديلين فهى دائما سوف تختار ل ١١ لانه يهيمن على ل ١٣ . والامر ليس كذلك بالطبع بين ل ١١ ول ١٢ فاذا كانت ٥ > ـ٤ ، فان ـ٦ < ٨ . فاذا كان ل ١١ يهيمن على ل ١٢ عندما تتبع ش٢ ل ٢١ ، فان ل ١٢ يهيمن على ل ١١ عندما تتبع ش٢ ل ٢٢ . وبالتالى لا يعتبر ل ١١ مهيمنا على ل ١٢ من وجهة نظر ش١ . وبالتالى فهى وان كانت لن تعتقد بوجود ل ١٣ عند تحديد استراتيجيتها المثلى ، فهى لابد وأن تعتقد بوجود ل ١١ و ل ١٢ .

ونلاحظ أيضا أن البديل ل ٢١ من وجهة نظر ش٢ يهيمن على البديل ل ٢٣ لها . ذلك مع تذكر أن العوائد الموجبة من وجهة نظر ش١ هى عوائد سالبة من وجهة نظر ش٢ . وبذلك نجد أن ـ٥ > ـ٩ ، ٤= ٤ ، ـ٤ > ـ٨ . وهذا يعنى أنه اذا كان للشركة ش٢ أن تختار بين ل ٢١ و ل ٢٣ فهى سوف تختار ل ٢١ بصفة دائمة . وبالتالى فهى لن تعتقد بوجود ل ٢٣ عند تحديد استراتيجيتها المثلى . ويترتب على ذلك أن تصبح مصفوفة العائد الفعالة فى هذه المباراه ، كما هو موضح فى الجدول (٧/٦).

وحيث لا يتفق أدنى الاقصيات مع أقصى الادنيات ، فان المباراه ليس لها نقطة توازن مشتركة Saddle point، وبالتالى تكون الاستراتيجيات المثلى فيها مختلطة ، ويمكن أن

جدول (٧/٦)

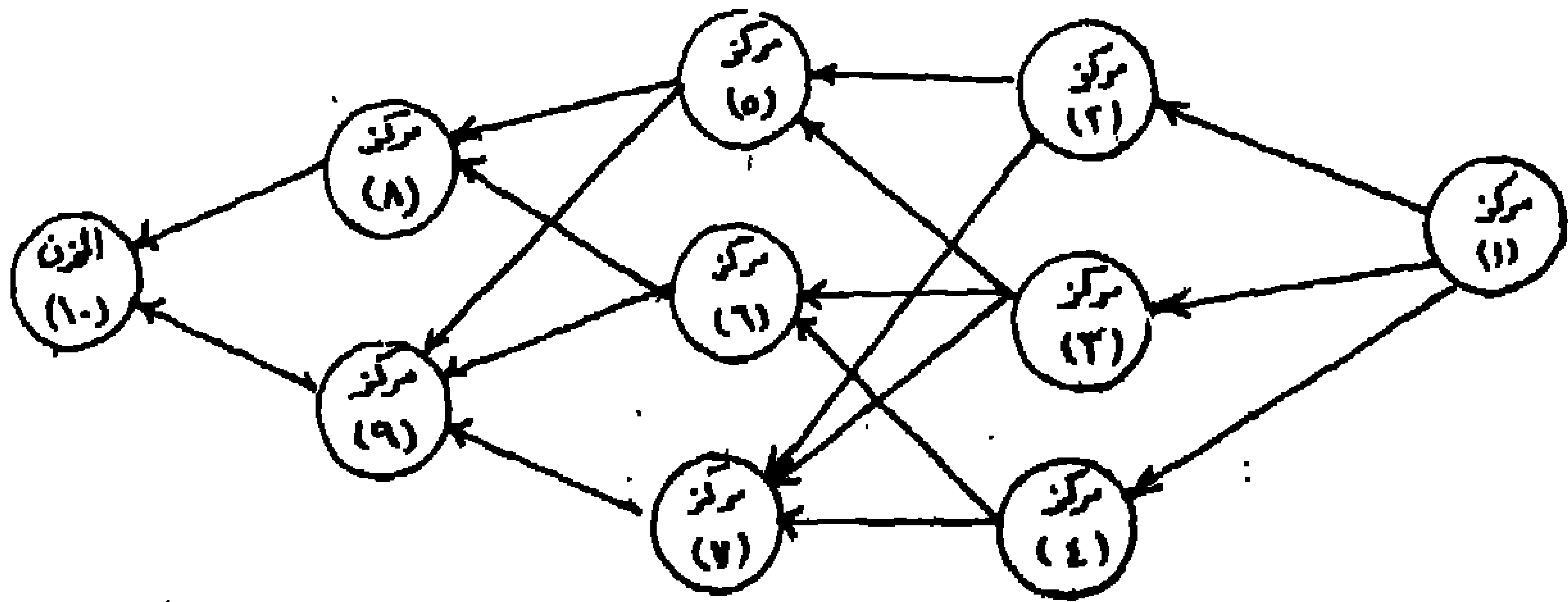
		ش٢: ل ٢١	ش٢: ل ٢٢	أدنى مكاسب ش١
	الاستراتيجيات	ط	(١ـط)	
ل ١١	ج	٥	ـ٦	ـ٦
ل ١٢	(١ـج)	ـ٤	٨	ـ٤*
أقصى خسائر ش٢		٥*	٨	

تتحدد جبريا بالطريقة التى اتبعناها سابقا كالآتى :

عن أسلوب الحل الذى يمكن اتباعه . والغرض الثانى هو بناء طرق الحل التى يمكن اتباعها فى أسلوب البرمجة الديناميكية من واقع الاركان المختلفة التى تتكون منها عن طريق الاستنباط من المشكلة ذاتها .

ولنفرض أنه يمكن انتاج منتج معين عن طريق اتباع أحد طرق انتاجية مختلفة يبلغ عددها احدى عشر طريقة ، حيث يمر المنتج على عدد من مراكز الانتاج المختلفة لكل طريقة من الطرق الصناعية الاحدى عشر ، كما هو مبين من الشكل الآتى :

شكل رقم ٨/ ١ تتابع العمليات للطرق الانتاجية المختلفة .



وتختلف تكلفة اعداد المنتج فى كل مركز من مراكز التكلفة السابقة طبقا للطريقة الصناعية المتبعة فى انتاجه فى مراكز الانتاج اللاحقة . فاذا رمزنا لتكلفة المنتج فى المركز (م) لأغراض المركز التالى (ن) بالرمز ت م ن فاننا نفترض أن تكلفة المنتج فى كل مركز من مراكز التكلفة تكون كالآتى طبقا لكل طريقة من الطرق الانتاجية :

ت ٢١ = ٢٠٠ جم ت ٥٢ = ٢٠٠ جم ت ٨٥ = ٤٠ جم ت ١٠،٨ = ٢٠٠ جم

ت ٣١ = ١٠٠ جم ت ٧٢ = ١٠٠ جم ت ٩٥ = ١٢٠ جم ت ١٠،٩ = ١٠٠ جم

ت ٤١ = ٨٠ جم ت ٥٣ = ١٦٠ جم ت ٨٦ = ٨٠ جم

ت ٦٣ = ٢٠٠ جم ت ٩٦ = ١٠٠ جم

ت ٧٣ = ٣٠٠ جم ت ٩٧ = ١٦٠ جم

ت ٦٤ = ٣٠٠ جم

ت ٧٤ = ٣٦٠ جم

حيث $ت_{١٤}$ مثلا تعنى تكلفة المنتج فى مركز الانتاج (١) اذا كانت الطريقة الصناعية المتبعة تقتضى أن يمر المنتج بعد ذلك على مركز الانتاج (٤) ، $ت_{٦٨}$ مثلا تعنى تكلفة المنتج فى مركز الانتاج (٦) اذا كانت الطريقة الصناعية المتبعة تقتضى مروره بعد ذلك على مركز الانتاج (٨) .

فاذا رغبنا فى ظل هذه الظروف أن نحدد أفضل الطرق الصناعية لانتاج المنتج المعين ، على اعتبار أن أفضل الطرق هى أقلها تكلفة ، فاننا نستطيع احتساب تكلفة كل طريقة واختيار أقلها تكلفة . ولنحدد الطرق الصناعية أولا كما هو مبين من الشكل السابق كالآتى :

الطريقة الاولى ١ ← ٢ ← ٥ ← ٨ ← ١٠
الطريقة الثانية ١ ← ٢ ← ٥ ← ٩ ← ١٠
الطريقة الثالثة ١ ← ٢ ← ٧ ← ٩ ← ١٠
الطريقة الرابعة ١ ← ٣ ← ٥ ← ٨ ← ١٠
الطريقة الخامسة ١ ← ٣ ← ٥ ← ٩ ← ١٠
الطريقة السادسة ١ ← ٣ ← ٦ ← ٨ ← ١٠
الطريقة السابعة ١ ← ٣ ← ٦ ← ٩ ← ١٠
الطريقة الثامنة ١ ← ٣ ← ٧ ← ٩ ← ١٠
الطريقة التاسعة ١ ← ٤ ← ٦ ← ٨ ← ١٠
الطريقة العاشرة ١ ← ٤ ← ٦ ← ٩ ← ١٠
الطريقة الحادية عشر ١ ← ٤ ← ٧ ← ٩ ← ١٠

وتكون تكلفة كل طريقة من الطرق كالآتى :

الطريقة الاولى = ٢٠٠ + ٢٠٠ + ٤٠ + ٢٠٠ = ٦٤٠ جم ،
" الثانية = ٢٠٠ + ٢٠٠ + ١٢٠ + ١٠٠ = ٦٢٠ جم ،
" الثالثة = ٢٠٠ + ١٠٠ + ١٦٠ + ١٠٠ = ٥٦٠ جم ،
" الرابعة = ٥٠٠ جم الطريقة الخامسة = ٤٨٠ جم ،
" السادسة = ٥٨٠ جم الطريقة السابعة = ٥٠٠ جم ،
" الثامنة = ٦٦٠ جم الطريقة التاسعة = ٦٦٠ جم ،
" العاشرة = ٥٨٠ جم الطريقة الحادية عشر = ٧٠٠ جم .

وبذلك تكون الطريقة المفضلة هى الطريقة الخامسة حيث تبلغ تكلفة وحدة المنتج ٤٨٠ جنيه وتتمثل هذه الطريقة فى أن يمر المنتج على مراكز الانتاج الأربعة الآتيـة حتى يصل الـى المخازن •

مركز (١) ← مركز (٣) ← مركز (٥) ← مركز (٩) ← المخازن ، حيث يتكلف
١٠٠ + ١٦٠ + ١٢٠ + ١٠٠ = ٤٨٠ جم •

لاحظ انه رغم أن المشكلة كانت تبدو معقدة فى بدايتها الا أن حلها كان مبسطا باتباع الطرق الحسابية المباشرة • غير أننا اضطررنا باتباع هذه الطرق الى احتساب تكلفة كل عملية من العمليات الانتاجية الاحدى عشر بكل مراحلها على مراكز الانتاج التسـعة حتى نتوصل الى تحديد البيانات الكافية التى تمكننا من المفاضلة بين الطرق الانتاجيـة المختلفة • ولا شك أن مشاكل الحياة العملية تكون أكثر تعقيدا عن هذا المثال المبسط • فقد يكون هناك العديد من الطرق الانتاجية التى تؤدى الى انتاج منتج معين يصعـب حصر عددها فى بعض الاحيان ، كما قد يمر المنتج على عدد كبير جدا من العمليـات الصناعية التى يمكن اعتبار كل منها بمثابة مركز تكلفة مستقل بحيث تزداد المشكلة تعقيـدا ويصبح حلها بالطريقة الحسابية المباشرة أمرا عسيرا ان لم يكن مستحيلا •

٢ـ١ـ طريقة الحل العكسية The Backward Algorithm :

سنحاول الآن حل المشكلة السابقة والتوصل الى الطريقة الانتاجية المفضلة عـن طريق استخدام البرمجة الديناميكية والتى يمكن معها اتباع احدى طريقتين :

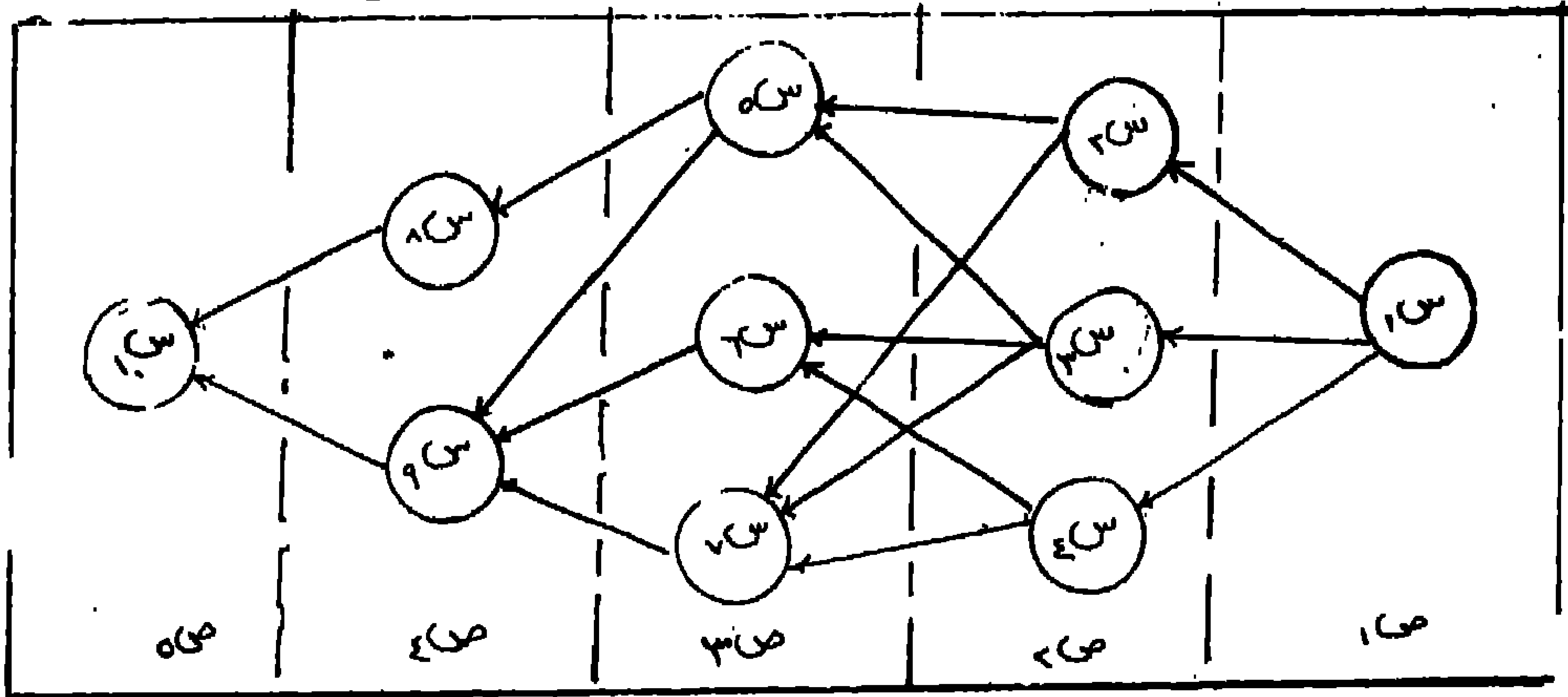
الطريقة الاولى : وتسمى طريقة الحل العكسية وبمقتضاها يبدأ التنقيب عن الحـل الأمثل للمشكلة على مراحل تبدأ من نقطة النهاية ويستمر فحص البدائل المختلفة فى اتجـاه عكسى حتى نصل الى نقطة البدايـة •

الطريقة الثانية : وتسمى طريقة الحل الأمامية Forward Algorithm وبمقتضاها يبدأ فحص وتقويم البدائل على مراحل تبدأ من المرحلة الاولى الى المرحلـة الاخيرة فى اتجاه مساير لاتجاه البدائل ذاتها •

وسنبين فى هـذا البند كيفية اسـتخدام الطريـقـة الأولى وخطواتها ، وسنـترك الطريقة الثانية للبند المقبل •

ودعنا نرمز لمراكز الانتاج بالرمز س حيث $س_1$ تعنى مركز الانتاج رقم (١)، $س_2$ ترمز لمركز الانتاج رقم (٢) وهكذا • ودعنا نرمز لكل خطوة من الخطوات أو لكل مرحلة من المراحل التى يمر عليها المنتج بالرمز ص ، حيث تمثل المرحلة الاولى مرور المنتج على مركز الانتاج الأول ونرمز لها بالرمز $ص_1$ ، وتمثل المرحلة الثانية مرور المنتج على مركز الانتاج الثانى ، أو مركز الانتاج الثالث ، أو مركز الانتاج الرابع ونرمز لها بالرمز $ص_2$ وهكذا • وبحيث يمكن وضع الشكل رقم ٨/ ١ فى الصورة التالية (شكل رقم ٨/ ٢) •

شكل رقم ٨/ ٢ تتابع العمليات والمراحل لطرق الانتاج البديلة



ودعنا نرمز بالرمز (ع) لمركز الانتاج اللاحق الذى يمكن الانتقال اليه من أى مركز انتاج سابق (س) فمثلا $ع_{10}$ يمكن الوصول اليها من $س_8$ أو من $س_9$، كما أن $ع_6$ يمكن الوصول اليها من $س_3$ أو $س_4$ وهكذا (أى أن ع تمثل مراكز الانتاج على رأس السهم بينما س تمثل مراكز الانتاج على ذيل السهم) •

وسنرمز لطريقة الانتاج المثلى (والتى يترتب عليها أقل التكاليف) بالرمز [$ى^*_ص (س)$] حيث تعنى التكلفة المثلى ($ى^*$) التى تنتج عن اتباع طريقة الانتاج المثلى من المرحلة (ص) الى العملية (أو مركز الانتاج) س • ومن ثم تتخذ العلاقة الحسابية لطريقة الحل العكسية الشكل الآتى :

$$ى^*_ص (س) = \underset{ع}{أقل} \left[ى (س، ع) + ى^*_{ص+1} (ع) \right] \quad (1)$$

$$حيث\ ى (س، ع) = ت_{س، ع}$$

$ى^*_{٥}(١٠)$ = صفر بالاتفاق (حيث $س_{١٠}$ هى المخازن وليست من مراكز الانتاج)

ويترتب على ذلك أن $ى^*_{١}(١)$ هى تكلفة انتاج وحدة واحدة من المنتج باتبـــاع أفضل الطرق الصناعية . ودعنا نتوصل الى ذلك باتباع العلاقة المبينة فى المعادلة رقم(١):

(١) $ى^*_{٥}(١٠)$ = صفر بالاتفاق

(٢) $ى^*_{٤}(٨) = \underset{ع=١٠}{أقل} [ى(٨،١٠) + ى^*_{٥}(١٠)]$ = ٢٠٠ + صفر = ٢٠٠ جم

(٣) $ى^*_{٤}(٩) = \underset{ع=١٠}{أقل} [ى(٩،١٠) + ى^*_{٥}(١٠)]$ = ١٠٠ + صفر = ١٠٠ جم

(٤) $ى^*_{٣}(٥) = \underset{ع=٨،٩}{أقل} [ى(٥،ع) + ى^*_{٤}(ع)]$

= أقل [(٤٠+٢٠٠)، (١٢٠+١٠٠)] = ٢٢٠ جم

[حيث ى(٥،٨) = $ت_{٨٥}$ = ٤٠، ى(٥،٩) = $ت_{٩٥}$ = ١٢٠]

(٥) $ى^*_{٣}(٦) = \underset{ع=٨،٩}{أقل} [ى(٦،ع) + ى^*_{٤}(ع)]$

= أقل [(٨٠+٢٠٠)، (١٠٠+١٠٠)] = ٢٠٠ جم

(٦) $ى^*_{٣}(٧) = \underset{ع=٩}{أقل} [ى(٧،٩) + ى^*_{٤}(٩)]$ = ١٦٠+١٠٠ = ٢٦٠ جم

(٧) $ى^*_{٢}(٢) = \underset{ع=٥،٧}{أقل} [ى(٢،ع) + ى^*_{٣}(ع)]$

= أقل [(٢٠٠+٢٢٠)، (١٠٠+٢٦٠)] = ٣٦٠ جم

(٨) $ى^*_{٢}(٣) = \underset{ع=٥،٦،٧}{أقل} [ى(٣،ع) + ى^*_{٣}(ع)]$

= أقل [(١٦٠+٢٢٠)، (٢٠٠+٢٠٠)، (٣٦٠+٢٦٠)] = ٣٨٠ جم

(٩) $ى^*_{٢}(٤) = \underset{ع=٦،٧}{أقل} [ى(٤،ع) + ى^*_{٣}(ع)]$

= أقل [(٣٠٠+٢٠٠)، (٣٦٠+٢٦٠)] = ٥٠٠ جم

(١٠) $ى^*_{١}(١) = \underset{ع=٢،٣،٤}{أقل} [ى(١،ع) + ى^*_{٢}(ع)]$

= أقل [(٢٠٠+٣٦٠)، (١٠٠+٣٨٠)، (٨٠+٥٠٠)] = ٤٨٠ جم

ويتلخص الحل السابق فى الآتى :

الحل	السياسة المثلى للانتقال من مرحلة الى أخرى
(١) ى$^{*}_{٥}$(١٠) = صفر	(بالاتفاق)
(٢) ى$^{*}_{٤}$(٨) = ٢٠٠ جم	٨ ← ١٠
(٣) ى$^{*}_{٤}$(٩) = ١٠٠ جم	٩ ← ١٠
(٤) ى$^{*}_{٣}$(٥) = ٢٢٠ جم	٥ ← ٩ ← ١٠
(٥) ى$^{*}_{٣}$(٦) = ٢٠٠ جم	٦ ← ٩ ← ١٠
(٦) ى$^{*}_{٣}$(٧) = ٢٦٠ جم	٧ ← ٩ ← ١٠
(٧) ى$^{*}_{٢}$(٢) = ٣٦٠ جم	٢ ← ٧ ← ٩ ← ١٠
(٨) ى$^{*}_{٢}$(٣) = ٣٨٠ جم	٣ ← ٥ ← ٩ ← ١٠
(٩) ى$^{*}_{٢}$(٤) = ٥٠٠ جم	٤ ← ٦ ← ٩ ← ١٠
(١٠) ى$^{*}_{١}$(١) = ٤٨٠ جم	١ ← ٣ ← ٥ ← ٩ ← ١٠

ولنعود الآن لشرح بعض المعادلات السابقة ، وكيفية التوصل الى قيمة كل منها .

(١) ى$^{*}_{٥}$(١٠): وتعنى التكلفة المثلى ى* للانتقال من المرحلة (ص$_{ن}$ وهى مرحلة التخزين) الى المركز (س$_{١٠}$ وهو المخزن) وهى فى هذه الحالة تساوى صفر = ت$_{١٠،١٠}$

(٢) ى$^{*}_{٤}$(٨) : وتعنى التكلفة المثلى ى* للانتقال من المرحلة (ص$_{٤}$) الى المركز (س$_{١٠}$ = ع$_{١٠}$ حيث س$_{١٠}$ على رأس السهم) عن طريق المرور على مركز الانتاج (س$_{٨}$) وتساوى : ت$_{٨، ١٠}$ + ت$_{١٠،١٠}$ = ٢٠٠ + صفر = ٢٠٠ جم

(٥) ى$^{*}_{٣}$(٦): وتعنى التكلفة المثلى ى* للانتقال من المرحلة (ص$_{٣}$) الى المركز (س$_{١٠}$) عن طريق :

أ — المرور على مركز الانتاج (س$_{٦}$) .

ب — واتباع أفضل الطرق المؤدية من (س$_{٦}$) الى (س$_{١٠}$) خلال المرحلة (ص$_{٤}$) وفى هذه الحالة تتكلف وحدة المنتج فى س$_{٦}$:

٨٠ جنيه اذا كانت سوف تمر على مركز الانتاج س$_{٨}$ حيث تتكلف ٢٠٠ جنيه فى طريقها الى المخازن ، وتصبح تكلفة الوحدة فى س$_{٦}$ + س$_{٨}$ = ٢٨٠ جم، أو ١٠٠ جنيه اذا كانت سوف تمر على مركز الانتاج س$_{٩}$ حيث تتكلف ١٠٠ جنيه فى طريقها

الى المخازن • وتصبح تكلفةالوحدة فى $س_٦ + س_٩ = ٢٠٠$ جم •

ولا شك أنه من المفضل فى هذه الحالة أن تمر وحدةالمنتج على $س_٩$ بدلا من $س_٨$ حيث ($ت_{٨٦} + ت_{٨،١٠}$ > ($ت_{٩٦} + ت_{٩،١٠}$) •

(١٠) $ى^*_١ (١)$: وتعنى التكلفةالمثلى $ى^*$ للانتقال من المرحلة ($ص_١$) الى المركز ($س_{١٠}$) عن طريق :

أ ـ المرور على مركزالانتاج ($س_١$) فى طريقها الى المرحلة ($ص_٢$) •

ب ـ اتباع أفضل الطرق المؤدية من المرحلة ($ص_٢$) الى المركز ($س_{١٠}$) وفى هذه الحالة نفاضل بين :

$ت_{٢١} + ى^*_٢ (٢) = ٢٠٠ + ٣٦٠ = ٥٦٠$ جم

$ت_{٣١} + ى^*_٢ (٣) = ١٠٠ + ٣٨٠ = ٤٨٠$ جم

$ت_{٤١} + ى^*_٢ (٤) = ٨٠ + ٥٠٠ = ٥٨٠$ جم

وبذلك تكون أفضل الطرق هى :

من $س_١ \leftarrow س_٣ \leftarrow س_٥ \leftarrow س_٩ \leftarrow س_{١٠}$

$= ١٠٠ + ١٦٠ + ١٢٠ + ١٠٠ = ٤٨٠$ جم

ولا يختلف مضمون باقى المعادلات عن مضمون المعادلات التى قمنا بشرحها •

٢ ـ ٢ ـ طريقةالحل الامامية The forward algorithm :

وتقتضى هذه الطريقة أن نبدأ بتقييم البدائل واتخاذ القرارات على مراحل متتالية على أن تكون نقطةالبداية هى المرحلة الأولى بدلا من كونها المرحلة الاخيرة كما كان عليه الحال فى الطريقةالسابقة • وبذلك فتتخذ العلاقةالحسابية The recursion relation لهذه الطريقة الشكل الآتى :

$$ى^*_ص (س) = \underset{ع}{أقل} \left[ى_ص (ع، س) + ى^*_{ص-١} (ع) \right] \qquad (٢)$$

حيث : $ى_ص (ع، س) = ت_{ع، س}$ لكل س فى المرحلة ص + ١ ،

ع ترمز لمركز الانتاج فى المرحلة ص ، س ترمز لمركز الانتاج فى المرحلة التالية للمرحلة ص (أى فى المرحلة ص + ١) ،

$ى^*_{صفر} (١) = صفر$ (بالاتفاق) •

ويترتب على ذلك أن ى$^{*}_{٤}$(١٠) فى المثال تحت البحث تمثل التكلفة المثلى التى تترتب على اتباع طريقة الانتاج المثلى من مركز الانتاج الأول فى المرحلة الاولى الى مركز الانتاج العاشر خلال المرحلة الرابعة ٠

وسنبين الآن اجراءات تطبيق هذه الطريقة عن طريق استخدامها للتوصل الى حل المثال السابق :

(١) ى$^{*}_{\text{صفر}}$(١) = صفر (بالاتفاق : حيث لا توجد تكلفة بين المرحلة صفر و س$_{١}$)

(٢) ى$^{*}_{١}$(٢) = أقل$_{ع=١}$ [ى$_{١}$(١، ٢) + ى$^{*}_{\text{صفر}}$(١)]

= ت$_{٢١}$ + ت$_{١٠}$ = (٢٠٠ + صفر) = ٢٠٠ جم ١ ← ٢

(٣) ى$^{*}_{١}$(٣) = أقل$_{ع=١}$ [ى$_{١}$(١، ٣) + ى$^{*}_{\text{صفر}}$(١)]

= ت$_{٣١}$ + ت$_{١٠}$ = (١٠٠ + صفر) = ١٠٠ جم ١ ← ٣

(٤) ى$^{*}_{١}$(٤) = أقل$_{ع=١}$ [ى$_{١}$(١، ٤) + ى$^{*}_{\text{صفر}}$(١)] ٠

= ت$_{٤١}$ + ت$_{١٠}$ = (٨٠ + صفر) = ٨٠ جم ١ ← ٤

(٥) ى$^{*}_{٢}$(٥) = أقل$_{ع=٣،٤}$ [ى$_{٢}$(ع، ٥) + ى$^{*}_{١}$(ع)]

= أقل [(٢٠٠ + ٢٠٠) أو (١٦٠ + ١٠٠)] = ٢٦٠ جم ١ ← ٣ ← ٥

(٦) ى$^{*}_{٢}$(٦) = أقل$_{ع=٣،٤}$ [ى$_{٢}$(ع، ٦) + ى$^{*}_{١}$(ع)]

= أقل [(٢٠٠ + ١٠٠) أو (٣٠٠ + ٨٠)] = ٣٠٠ جم ١ ← ٣ ← ٦

(٧) ى$^{*}_{٢}$(٧) = أقل$_{ع=٢،٣،٤}$ [ى$_{٢}$(ع، ٧) + ى$^{*}_{١}$(ع)]

= أقل [(١٠٠ + ٢٠٠) أو (٣٠٠ + ١٠٠) أو (٣٦٠ + ٨٠)]

= ٣٠٠ ١ ← ٣ ← ٧

(٨) ى$^{*}_{٣}$(٨) = أقل$_{ع=٥،٦}$ [ى$_{٣}$(ع، ٨) + ى$^{*}_{٢}$(ع)]

= أقل [(٤٠ + ٢٦٠) أو (٨٠ + ٣٠٠)] = ٣٠٠ جم ١ ← ٣ ← ٥ ← ٨

(٩) ى$^{*}_{٣}$(٩) = أقل$_{ع=٥،٦،٧}$ [ى$_{٣}$(ع، ٩) + ى$^{*}_{٢}$(ع)]

= أقل [(١٢٠ + ٢٦٠) أو (١٠٠ + ٣٠٠) أو (١٦٠ + ٣٠٠)]

= ٣٨٠ ١ ← ٣ ← ٥ ← ٩

(١٠) $\text{ى}^{*}_{٤}(١٠) = \underset{\text{ع}=٨،٩}{\text{أقل}} \left[\text{ى}_{٤}(\text{ع}،\ ١٠) + \text{ى}^{*}_{٣}(\text{ع}) \right]$

$= \text{أقل} \left[(٢٠٠+٣٠٠)\ \text{أو}\ (١٠٠+٣٨٠) \right] = ٤٨٠$ جم ١ ← ٣ ← ٥ ← ٩ ← ١٠

وهو الحل الأمثل للمشكلة كما توصلنا اليه بالطريقةالسابقة وكما توصلنا اليه بالطريقة الحسابيـة المباشـرة ٠

لاحظ أننا قد حاولنا وضع حل المشكلة طبقا لكل من الطريقةالأمامية والطريقـة العكسية بشكل يسمح باستخدام الحاسب الالكترونى لحلها ٠ كما أننا لم نتعرض للصيغـة الرياضيةالتى يتخذها النموذج العام للبرمجة الديناميكية حيث نرجئ ذلك الى نهايـة الفصـل ٠

هذا وقد يتساءل القارئ عند هذه النقطةعن الفائدة التى يمكن أن تعود علينـا من استخدام العلاقاتالحسابيةالخاصة بنماذج البرمجة الديناميكية بدلا من اسـتخدام الطريقةالحسابيةالمباشرة ٠ والواقع أن استخدام العلاقات الحسابية الخاصة بنمـاذج البرمجةالديناميكيـة يحقق وفورات كبيرة جدا فى عدد العملياتالحسابيةالتى يلزم القيام بها للتوصل الى الحل بالطريقةالحسابيةالمباشرة (أى حصر وتعداد كل البدائل وحساب تكلفة كل منها)٠ وصحيح أن هذهالوفورات لاتظهر فى المشكلة تحت البحث بصورة واضحة وذلك لأننا التزمنا بالبساطةالمتناهية فى تصميمها لأغراض بيانالعلاقات الأساسية غير أنه كلما زادت المشكلة تعقيدا وتعددت عدد المراحل المكونة لها وزاد عدد المتغيرات التى تتضمنها كل مرحلة كلما أصبحت القيمة الاقتصادية للوفورات المترتبةعلى اتباع نمـاذج البـرمجـة الديناميكية بدلا من الطريقةالحسابيةالمباشرة كبيرة ٠ وسنعطى مثال لذلك فى نهايةهذا الفصل عندما نضع الصورةالرياضيةالعامة لنموذج البرمجةالديناميكية ٠

٣ـ استخدام البرمجة الديناميكية فى تخصيص الموارد المتاحة لأوجـةالاسـتثمـار المختـلفـة :

افترض أننا نرغب فى تخصيص أحد الموارد الاقتصاديةالنادرةالى عدة أنشـطة اقتصادية مختلفةحيث يحقق كل نشاط منها عائد محدد مقابل كل كمية من الموارد يتـم تخصيصها له ٠ وقد يكون المورد الاقتصادى النادر الذى يرغب فى تخصيصه عبارة عـن رأى مال نقدى أو رأس مال عينى أو أرض أو عمل مدرب أو أى مورد آخر يتصف بالنـدرة

الاقتصادية • كما أنه يمكن قياس العائد نقدا أو على أساس عينى أو حتى على أســـــاس المنفعة التى يتوقع الحصول عليها منه ، وسنفترض ما يأتى لأغراض التحليل التالى •

١ـ أن العائد المتوقع من كل نشاط من الانشطة يتحدد بصفة مستقلة عن مقدار الموارد التى يتم تخصيصها الى الانشطة الأخرى • بمعنى أنه ليس من الضرورى أن تكـون دالة العائد من نشاط معين خطية بالنسبة للموارد التى يتم تخصيصها الى هذا النشاط ، وانما يتحتم أن لا يكون أحد متغيرات هذه الدالة أو بعضها متوقف بصورة مباشرة أو غــير مباشرة على مقدار الموارد التى يتم تخصيصها للانشطة الاخرى (بمعنى عدم وجود وفورات خارجية بين الانشطة المختلفة سواء كانت هذه الوفورات موجبة أو سالبة) •

٢ـ أن العائد المتوقع من كل الانشطة يتم قياسه بوحدة قياس موحدة ، وبصـــرف النظـــر عن خصائصها أو طبيعتها •

فاذا ما أعطينا مقدار محدد (ب) من المورد المرغوب فى تخصيصه للانشطة المختلفة (س) والذى يبلغ عددها (ن) فان دالة العائد الكلى (ى) تتخذ الشكل الآتى :

$$\text{ى} = \text{ى}_{1}(\text{س}_{1}) + \text{ى}_{2}(\text{س}_{2}) + \cdots + \text{ى}_{\text{ن}}(\text{س}_{\text{ن}}) = \sum_{\text{و}=1}^{\text{ن}} \text{ى}_{\text{و}}(\text{س}_{\text{و}}) \quad (1)$$

حيث : $\text{صفر} \leq \text{س} \leq \text{ب} \;، \quad (2)$

$$: \sum_{\text{و}=1}^{\text{ن}} \text{س}_{\text{و}} = \text{س}_{1} + \text{س}_{2} + \cdots + \text{س}_{\text{ن}} = \text{ب} \quad (3)$$

وبالتالى يصبح الهدف هو ايجاد الحد الاقصى للدالة (١) فى ظل المحددين (٢)، (٣). فاذا اتبعنا طريقة الحل الامامية لحل المشكلة فاننا نحدد العلاقات الحسابية التالية :

$$\text{ى}^{*}_{\text{صفر}}(\text{س}) = \text{صفر} \;،\; \text{صفر} \leq \text{س} \leq \text{ب}$$

$$\text{ى}^{*}_{1}(\text{س}) = \underset{\text{صفر} \leq \text{س}_{1} \leq \text{ب}}{\text{أكبر}} \left[\text{ى}_{1}(\text{س}_{1}) + \text{ى}^{*}_{\text{صفر}}(\text{س} - \text{س}_{1}) \right]$$

$$\text{ى}^{*}_{2}(\text{س}) = \underset{\text{صفر} \leq \text{س}_{2} \leq \text{ب}}{\text{أكبر}} \left[\text{ى}_{2}(\text{س}_{2}) + \text{ى}^{*}_{1}(\text{س} - \text{س}_{2}) \right]$$

وبصورة عامة :

$$ى^*_و(س) = \underset{صفر \leq س_و \leq ب}{أكبر} [ى_و(س_و) + ى^*_{و-١}(س - س_و)] \quad (٤)$$

حيث : و = ١ ، ٢ ، ... ، ن ،

$$ى^*_{صفر}(س) = صفر$$

ومعنى ذلك أنه اذا ماخصصنا جزء من المورد [(ب) ≥ س] للنشاط $س_و$ فـان الجزء المتبقى ($س - س_و$) يجب أن يتم تخصيصه بطريقة مثاليةعلى بقية الأنشطـة $س_{و-١}$ ، $س_{و-٢}$ ، .... ، $س_١$ بحيث يتحقق أكبر قدر ممكن من العائد $ى^*$.

ولنأخذ مثالا رقميا لبيان كيفيةاستخدام البرمجة الديناميكيـة فى هذه الحالة .

أفترض أن قيمة ب = ٥،أى أن الكميةالمتاحةمن المورد المعين تساوى ٥ وحـدات (٥ مليون جنيه مثلا حيث الوحدة هى مليون جنيه) وأن هذه الوحدات لاتقبل التجزئة . وافترض أيضا أن هذا المورد يمكن تخصيصه على ثلاثة أنشطةمختلفة،والتى يمكن التعبير عن دوال العائد على كل منها بالآتى :

$س_و$	$ى_١(س_و)$	$ى_٢(س_و)$	$ى_٣(س_و)$
صفر	صفر	صفر	صفر
١	١٦	٤	٢٠
٢	٢٠	٨	٣٠
٣	٢٤	٢٠	٣٨
٤	٣٢	٣٠	٤٠
٥	٤٤	٥٦	٤٤

لاحظ أن دالةالعائد ($ى_و$) الخاصة بكل من الانشطة الثلاثة غير خطية ، كما أننا افترضنا عدم قابلية وحدات (ب) للتجزئة ومن ثم يصبح من غير الممكن استخـدام نماذج البرمجة الخطية لايجاد البرنامج الامثل لتخصيص قيمة (ب) على أوجة الاستثمار المختلفة . فى حين أنه يمكن استخدام نماذج البرمجة الديناميكية للتوصل الى الحـل الامثـل للمشكلة .

ولاشك أن محاولة حصر كل البدائل الممكنة فى هذه الحالة لأغراض تقييمها واختيار الافضل منها بالطريقةالحسابيةالمباشرة تصبح أمرا صعبا وقد لاتخلو من الخطأ [١].

وباستخدام المعادلة رقم (٤) السابق بيانها يمكن احتساب $ى^*_١$(س)كما يظهر فى الجدول التالى وذلك على اعتبار أن س = صفر، ١، ٢، ٣، ٤، ٥ على التوالى وعلى أعتبار أن $ى^*_{صفر}$(س) = صفر .

(جدول رقم ٨ ـ ١) جدول المرحلة الأولى

$$ى^*_١(س) = \underset{٠ \le س_١ \le ٥}{أكبر} [ى_١(س_١) + ى^*_{صفر}(س - س_١)]$$

س	$س_١$ = ٠	$س_١$ = ١	$س_١$ = ٢	$س_١$ = ٣	$س_١$ = ٤	$س_١$ = ٥	$ى^*_١$ (س)	$س_١$
صفر	٠						٠	٠
١	٠	١٦					١٦	١
٢	٠	١٦	٢٠				٢٠	٢
٣	٠	١٦	٢٠	٢٤			٢٤	٣
٤	٠	١٦	٢٠	٢٤	٣٢		٣٢	٤
٥	٠	١٦	٢٠	٢٤	٣٢	٤٤	٤٤	٥

لاحظ أن العمود الاول يمثل عدد الوحدات من المورد (ب) المتاح للاستغلال فى كل من النشاط ($س_١$)والنشاط ($س_٠$) ، ويمثل العمود الثانى العائد المتوقع من استثمار الفائض من (ب) فى النشاط($س'_٠$) بعد خصم عدد الوحدات التى تم استثمارها

---

(١) عدد السياسات البديلةالتى يمكن باتباعها تخصيص قيمة ب على أوجةالاستثمار المختلفة هو ٢١ سياسة تكون القيمةالمخصصة لكل من الانشطة $س_١$ ، $س_٢$ ، $س_٣$ فى كل منها على التوالى كالآتى : (٠، ٠، ٥) ، (١، ٠، ٤) ، (٢، ٠، ٣) ، (٣، ٠، ٢)، (٤، ٠، ١)، (٥، ٠، ٠)، (٠، ١، ٤)، (٠، ٢، ٣)، (٠، ٣، ٢)، (٠، ٤، ١) ، (٠، ٥، ٠)، (١، ٤، ٠)، (٢، ٣، ٠)، (٣، ٢، ٠)، (٤، ١، ٠)، (١، ١، ٣) ، (١، ٢، ٢)، (١، ٣، ١)، (٢، ١، ٢)، (٢، ٢، ١)، (٣، ١، ١) .

فى النشاط ($س_١$)·وتمثل الارقام الواردة فى الاعمدة من ٣ـ٧ العائد المتوقع من استغلال عدد الوحدات المتاحة(س) من المورد (ب) فى كل من النشاط ($س_١$) والنشاط السابق له وهو فى هذه الحالى (س·)· ويبين العمود الثامن العائد الأمثل المتوقع الحصول عليه من النشاط ($س_١$) عندما يكون مستوى النشاط $س_١$ كما هو مبين فى العمود التاسع مقدرا بعدد الوحدات المتاحة للاستثمار فيه(س) من المورد (ب) ·

وتكون مهمتنا التاليةهى تقديم النشاط ($س_٢$) فى الحل وذلك عن طريق احتساب

$$ى^*_٢ (س) = \underset{٠ \leq س_٢ \leq ٥}{اكبر} \left[ى_٢ (س_٢) + ى^*_١ (س - س_٢) \right]$$

ويوضح الجدول التالى كيفيةالتوصل الى $ى^*_٢ (س)$ ·

جدول المرحلة الثانيـة

جدول (٢/٨)

$ى^*_٢ (س)$

س	$س_٢$ = ٠	$س_٢$ = ١	$س_٢$ = ٢	$س_٢$ = ٣	$س_٢$ = ٤	$س_٢$ = ٥	$ى^*_٢$ (س)	$س_١$	$س_٢$
٠	٠						٠	٠	٠
١	١٦						١٦	١	٠
٢	٢٠	٢٠	٨				٢٠	٢	٠
٣	٢٤	٢٤	٢٤	٢٠			٢٤	٣	٠
٤	٣٢	٢٨	٢٨	٣٦	٣٠		٣٦	١	٣
٥	٤٤	٣٦	٣٢	٤٠	٤٦	٥٦	٥٦	٠	٥

ويمكن توضيح البيانات الواردة فى الجدول كالآتى :

العمود الأول : يبين عدد الوحدات المتاحة للاستغلال (س) من المورد (ب) ·

العمود الثانى : يبين العائد المتوقع الحصول عليه من استغلال عدد الوحدات المتاحة من المورد (ب) فى الأنشطةالسابقة س· ، $س_١$ كما يظهرها الجدول السابق(جدول المرحلة الاولى)· أى أن متجه العمود ا $س_٢$ = ٠) يساوى متجه العمود [$ى^*_١$ (س)] ·

العمود الثالث : يبين العائد المتوقع من استغلال عدد الوحدات المتاحة (س) من المورد (ب) على أساس تخصيص وحدة واحدة منها للنشاط $س_٣$ والباقى للانشطة السابقة بصورة مثالية .

فاذا كان عدد الوحدات المتاحة = ٤ وحدات مثلا فان استغلال وحدة منها فى $س_٣$ يحقق عائد قدره ٤ واستغلال الوحدات الثلاث الباقية فى الانشطة السابقة ($س_٢$ ، $س_١$) يحقق عائد قدره ٢٤ ويكون العائد الكلى ٢٨ .

الأعمدة الثلاثة الاخيرة : تمثل التوزيع الأمثل لعدد الوحدات المتاحة (س) من المورد (ب) على الأنشطة ($س_١$ ، $س_٢$) بحيث يتحقق أكبر عائد ممكن $ى_٢$(س) . فاذا كان عدد الوحدات المتاحة من ب = ٤ وحدات مثلا وكانت الأنشطة المتاحة لاستغلالها هى $س_١$ ، $س_٢$ فان توزيعها الأمل على هذه الانشطة بحيث تحقق أكبر عائد ممكن قدره ٣٦ يكون عن طريق تخصيص وحدة واحدة للنشاط $س_١$ ، ثلاث وحدات للنشاط $س_٢$. بينما لو زاد عدد الوحدات المتاحة من (ب) الى ٥ وحدات فان تخصيصها كلها للنشاط $س_٢$ سيحقق أكبر عائد ممكن (٥٦) .

وتكون مهمتنا التالية والاخيرة هى، تقديم $س_٣$ وذلك عن طريق احتساب :

$$ى^*_٣(س) = \underset{٠ \leq س_٣ \leq ٥}{\text{اكبر}} \left[ى_٣(س_٣) + ى^*_٢(س - س_٣) \right]$$

ويوضح الجدول التالى كيفية التوصل الى $ى_٣$(س) .

جدول رقم ٨ ــ ٣) جدول المرحلة الثالثة

$ى^*_٣$(س)

س	$س_٣$ = ٠	$س_٣$ = ١	$س_٣$ = ٢	$س_٣$ = ٣	$س_٣$ = ٤	$س_٣$ = ٥	$ى^*_٣$ (س)	$س_١$	$س_٢$	$س_٣$	
٠	٠						٠	٠	٠	٠	
١	١٦	(٢٠)					٢٠	٠	٠	١	
٢	٢٠	(٣٦)	٣٠				٣٦	١	٠	١	
٣	٢٤	٤٠	(٤٦)	٣٨			٤٦	١	٠	٢	
٤	٣٦	٤٤	٥٠	(٥٤)	٤٠		٥٤	١	٠	٢	
٥	٥٦	٥٦	٥٤	(٥٨)	٥٦	٤٤	٥٨	٢	٠	٣	

ويترتب على ذلك أنه اذا كان مقدار الموارد المتاحة ب = ٥ وحدات فان الأمر يقتضى تخصيص وحدتان منها للنشاط س١ ثلاث وحدات للنشاط س٢، لاشيء للنشاط س٣ حتى يتحقق أكبر عائد ممكن وقدره ٥٨ .

٣ـ١ـ مزايا اسلوب البرمجة الديناميكية :

يترتب على اتباع أسلوب البرمجة الديناميكية لتخصيص الموارد الاقتصادية فى حالة عدم امكانية استخدام أساليب البرمجة الاخرى المزايا الآتيـة :

١ ـ تحقيق وفورات كبيرة فى الوقت والتكلفة اللازمة لاجراء العمليات الحسابية التى قد يتطلبها تعديد البدائل وتقويم كل منها بالطريقة الحسابية المباشرة .

٢ ـ يترتب على اتباع أسلوب البرمجة الديناميكية توفير بيانات اضافية تمكن المخطط من تقويم مجموعة البدائل الفرعية التى قد تترتب على المشكلة الأصلية أو تؤثر فيها . فمـن جدول المرحلة الثالثة فى المثال السابق مثلا يمكن الحصول على المعلومات الآتية وذلك بالاضافة الى الحل الأمثل للمشكلة .

أ ـ اذا ماتسببت ظروف خارجة عن ارادة المخطط فى تخفيض قيمة الموارد المتاحة من ٥ مليون جنيه مثلا الى ٤ مليون فان جدول المرحلة الثالثة يوضح أن برنامج التخصيص الأمثل فى هذه الحالة يقتضى تخصيص وحدة واحدة للنشاط س١، ٣ وحدات للنشـاط س٣ ليكون مقدار العائد الأمثل المتوقع الحصول عليه ٥٤ بدلا من ٥٨ . كما أنـه اذا انخفضت الموارد المتاحة الى ثلاث وحدات يكون التخصيص الأمثل : س١ = ١، س٢ = صفر، س٣ = ٢ ليكون العائد الأمثل ٤٦ . وهكذا .

ب ـ أنه فى حالة وجود النشاط س٣ فان النشاط س٢ يجب أن لايخصص اليه أى شيء على الاطلاق مهما انخفض مقدار الموارد المتاحة .

جـ ـ أنه فى حالة عدم وجود النشاط س٣ يصبح النشاط س٢ مربحا اذا كانـت ٤ ≥ س ≥ ب .

٣ ـ تساعد البيانات الناتجة عن اتباع أسلوب البرمجة الديناميكية عموما فى تسهيل اجراء اختبارات على النموذج الخاص بالمشكلة الاصلية لاكتشاف مدى حساسية الحـل

الأمثل للتغيرات المحتملة فى كل من متغيرات ومؤشرات النموذج وأثر كل من هــــذه التغيرات على القيمة المثلى لدالة الهدف •

٤ــ كلما زاد عدد متغيرات النموذج وكلما زادت عدد وحدات الموارد المتاحـــة [وذلك اما عن طريق قابليتها للتجزئة أو اضافة وحدات جديدة أو استخدام وحـــدة قياس أقل فى القيمة (١٠٠ ألف جنيه بدلا من مليون جنيه مثلا)] كلما أصبحت تكلفـــة جدولة الحل الأمثل على مراحله المختلفة باهظة • غير أنه فى هذه الحالة يمكن اتباع بعض أساليب التقريب بالاشتراك مع العلاقات الحسابية للبرمجة الديناميكية لتخفيض عـــدد المتغيرات أو لادماج عدد وحدات الموارد بما يسمح بتخفيض تكلفة الحصول على حل يقرب من الحل الامثل الى الحد المعقول .

٤ــ مثال عن تعدد المــوارد :

افترض أننا رغبنا فى تخصيص الكمية المتاحة $س_١$، $س_٢$ من موردين $ب_١$، $ب_٢$ لعدة أنشطة و = ١، ٢، ٣ بحيث يتحقق أكبر عائد ممكن كالآتى :

$$\text{عظم : } ى^*_و (س_{١و} ، س_{٢و})$$

$$\text{فى ظل: } \sum_{و=١}^{٣} س_{١و} = ب_١ = ٤$$

$$\sum_{و=١}^{٣} س_{٢و} = ب_٢ = ٣$$

هذا وقد كانت دالة العائد المتوقع من كل من الانشطة الثلاثة أو (المشـــروعات الثلاثة) فى ظل توافر الكميات المختلفة من كل من الموردين لكل منها كالآتى (بفـــرض أن وحدات الموارد غير قابلة للتجزئة)•

س١و، س٢و	ى١(س١١، س٢١)	ى٢(س١٢، س٢٢)	ى٣(س١٣، س٢٣)
٠، ٠	٠	٠	٠
١، ٠	٤	٢	٢
٢، ٠	٨	٤	٦
٣، ٠	١٢	٦	٨
٤، ٠	١٦	٨	١٠
٠، ١	٢	٨	٢
١، ١	٦	١٠	١٠
٢، ١	١٢	١٢	١٦
٣، ١	١٨	١٤	٢٠
٤، ١	٢٤	١٦	٢٤
٠، ٢	٤	١٦	٤
١، ٢	١٢	١٨	١٦
٢، ٢	١٨	٢٠	٢٤
٣، ٢	٢٤	٢٢	٣٠
٤، ٢	٣٠	٢٤	٣٢
٠، ٣	٦	٢٤	١٠
١، ٣	١٤	٢٦	٢٠
٢، ٣	٢٠	٢٨	٢٨
٣، ٣	٢٦	٣٠	٣٦
٤، ٣	٣٢	٣٢	٤٠

وبذلك تكون العلاقة الحسابية لنموذج البرمجةالديناميكية على أساس طريقةالحل الاماميةكالآتى :

$$\text{ى}^*_{\text{و}}(\text{س}_{1\text{و}}،\ \text{س}_{2\text{و}}) = \underset{\substack{0 \leq \text{س}_{1\text{و}} \leq 4 \\ 0 \leq \text{س}_{2\text{و}} \leq 3}}{\text{اكبر}} \left[\text{ى}_{\text{و}}(\text{س}_{1\text{و}}،\ \text{س}_{2\text{و}}) + \text{ى}^*_{\text{و}-1} \{(\text{س}_1 - \text{س}_{1\text{و}})،\ (\text{س}_2 - \text{س}_{2\text{و}})\} \right]$$

وباستخدام هذه العلاقة عندما تكون و = ١ نحصل على جدول المرحلة الاولى كما هو مبين فى الجدول رقم (٨ـ٤).

وباستخدام نفس العلاقة عندما تكون و = ٢ نحصل على جدول المرحلةالثانية كما هو مبين فى الجدول رقم (٨ـ٥).

وأخيرا للتوصل الى الحل الأمثل عن طريق استخدام العلاقة السابقة عندما تكون و = ٣ لنحصل على الحل المبين فى الجدول رقم (٨/ ٦).

ويتطلب الحل الأمثل توزيع الموارد المتاحة من كل من $س_1$، $س_2$ على الانشطـــة الثلاثة كالآتى :

النشاط الأول : وحدة واحدة من $س_1$ ٠

النشاط الثانى : وحدة واحدة من $س_2$ ٠

النشاط الثالث : ثلاث وحدات من $س_1$ ، وحدتان من $س_2$ ٠

ويكون اجمالى العائد المتوقع من هذا التوزيع هو ٤٢ وحدة وتمثل العائد الأمثل فى ظل الظروف السائدة ٠

٥ ـ نموذج المخزون الديناميكى وأساليب البرمجة الديناميكية :

اذا كان اجمالى الطلب المتوقع على منتج معين خلال فترة زمنية مقبلة يبلغ (ك) وحدة ، واذا كانت التكاليف اللازمة للحصول على طلبية واحدة من المنتج من مصدر انتاجه هى (أ) جنيه وذلك بصرف النظر عن حجم الطلبية (س)، وكانت تكلفة الطلبية المتغـــيرة للوحدة الواحدة هى (ب)، وكانت تكلفة حيازة وحدة واحدة من المنتج فى المخـــزون للفترة هى (ت) ، فان التكاليف الكلية (ص) عن الفترة تصبح كالآتى :

$$ص = أ\left(\frac{ك}{س}\right) + ب ك + ت\left(\frac{س}{٢}\right) ٠$$

ومن ثم يكون الحجم الأمثل للطلبية ، والذى يترتب عليه تخفيض تكلفة المخزون الـــى أقل حد ممكن هو عندما تكون المشتقة الأولى للمتغير (ص) بالنسبة للمتغير (س)= صفر[1] ،

أى : $$\frac{د ص}{د س} = - أ ك س^{-٢} + \frac{ت}{٢} = صفر$$

أى عندما يكون حجم الطلبية $س = \sqrt{\frac{٢ أ ك}{ت}}$

ومن ثم يكون العدد الأمثل للطلبيات مساويا $\frac{ك}{س}$

غير أن هذا النموذج للمخزون يعتبر نموذج ساكن ولا يأخذ عامل الزمن فى الاعتبار مما قد يترتب عليه أن النتيجة التى نتوصل اليها تصبح غير دقيقة ، وخاصة اذا كان لعامل الزمن تأثير ملموس على متغيرات النموذج ٠

(١) وذلك على اعتبار أن اختبار المشتقة الثانية يثبت ذلك ٠

(جدول رقم ٨ ـ ٤)

جدول المرحلة الأولى (ى*١ (س١١ ، س١٢)

س١	س١٢ / س٢٣	صفر: ٠	صفر: ١	صفر: ٢	صفر: ٣	١: ٠	١: ١	١: ٢	١: ٣	٢: ٠	٢: ١	٢: ٢	٢: ٣	٣: ٠	٣: ١	٣: ٢	٣: ٣	٤: ٠	٤: ١	٤: ٢	٤: ٣	ى* (س١، س٢)	س١١	س١٣
صفر	٠	(٠)																				٠	٠	٠
	١	٠	(٢)																			٢	٠	١
	٢	٠	٢	(٤)																		٤	٠	٢
	٣	٠	٢	٤	(٦)																	٦	٠	٣
١	٠	٠				(٤)																٤	١	٠
	١	٠	٢			٤	(٦)															٦	١	١
	٢	٠	٢	٤		٤	٦	(١٢)														١٢	١	٢
	٣	٠	٢	٤	٦	٤	٦	١٢	(١٤)													١٤	١	٣
٢	٠	٠				٤				(٨)												٨	٢	٠
	١	٠	٢			٤	٦			٨	(١٢)											١٢	٢	١
	٢	٠	٢	٤		٤	٦	١٢		٨	١٢	(١٨)										١٨	٢	٢
	٣	٠	٢	٤	٦	٤	٦	١٢	١٤	٨	١٢	١٨	(٢٠)									٢٠	٢	٣
٣	٠	٠				٤				٨				(١٢)								١٢	٣	٠
	١	٠	٢			٤	٦			٨	١٢			١٢	(١٨)							١٨	٣	١
	٢	٠	٢	٤		٤	٦	١٢		٨	١٢	١٨		١٢	١٨	(٢٤)						٢٤	٣	٢
	٣	٠	٢	٤	٦	٤	٦	١٢	١٤	٨	١٢	١٨	٢٠	١٢	١٨	٢٤	(٢٦)					٢٦	٣	٣
٤	٠	٠				٤				٨				١٢				(١٦)				١٦	٤	٠
	١	٠	٢			٤	٦			٨	١٢			١٢	١٨			١٦	(٢٤)			٢٤	٤	١
	٢	٠	٢	٤		٤	٦	١٢	٠	٨	١٢	١٨		١٢	١٨	٢٤		١٦	٢٤	(٣٠)		٣٠	٤	٢
	٣	٠	٢	٤	٦	٤	٦	١٢	١٤	٨	١٢	٢٠	٢٠	١٢	١٨	٢٤	٢٦	١٦	٢٤	٣٠	(٣٢)	٣٢	٤	٣

جدول رقم (٨ ـ ٥)

جدول المرحلة الثانيـــة (ى*٢ (س٢١ ، س٢٢))

ى*١	س١	س٢١ / س٢٢	صفر: ٠	صفر: ١	صفر: ٢	صفر: ٣	١: ٠	١: ١	١: ٢	١: ٣	٢: ٠	٢: ١	٢: ٢	٢: ٣	٣: ٠	٣: ١	٣: ٢	٣: ٣	٤: ٠	٤: ١	٤: ٢	٤: ٣	ى*٢ (س١ ، س٢)	س١١	س٢١	س١٢	س٢٢
٠	صفر	٠	٠																				٠	٠	٠	٠	٠
٢		١	٢	٨																			٨	٠	٠	٠	١
٤		٢	٤	١٠	١٦																		١٦	٠	٠	٠	٢
٦		٣	٦	١٢	١٨	٢٤																	٢٤	٠	٠	٠	٣
٤	١	٠	٤																				٤	١	٠	٠	٠
٦		١	٦	١٢			٤	١٠															١٢	١	٠	٠	١
١٢		٢	١٢	١٤	٢٠		٦	١٢	١٨														٢٠	١	٠	٠	٢
١٤		٣	١٤	٢٠	٢٢	٢٨	٨	١٤	٢٠	٢٦													٢٨	١	٠	٠	٣
٨	٢	٠	٨				٦				٤												٨	٢	٠	٠	٠
١٢		١	١٢	١٦			٨	١٤			٦	١٢											١٦	٢	٠	٠	١
١٨		٢	١٨	٢٠	٢٤		١٤	١٦	٢٢		٨	١٤	٢٠										٢٤	٢	٠	٠	٢
٢٠		٣	٢٠	٢٦	٢٨	٣٢	١٦	٢٢	٢٤	٣٠	١٠	١٦	٢٢	٢٨									٣٢	٢	٠	٠	٣
١٢	٣	٠	١٢				١٠				٨				٦								١٢	٣	٠	٠	٠
١٨		١	١٨	٢٠			١٤	١٨			١٠	١٦			٨	١٤							٢٠	٣	٠	٠	١
٢٤		٢	٢٤	٢٦	٢٨		٢٠	٢٢	٢٦		١٦	١٨	٢٤		١٠	١٦	١٢						٢٨	٣	٠	٠	٢
٢٦		٣	٢٦	٣٢	٣٤	٣٦	٢٢	٢٨	٣٠	٣٤	١٨	٢٤	٢٦	٣٢	١٢	١٨	١٤	٣٠					٣٦	٣	٠	٠	٣
١٦	٤	٠	١٦				١٤				١٢				١٠				٨				١٦	٤	٠	٠	٠
٢٤		١	٢٤	٢٤			٢٠	٢٢			١٦	٢٠			١٢	١٨			١٠	١٦			٢٤	٤	٠	٠	١
٣٠		٢	٣٠	٣٢	٣٢		٢٦	٢٨	٣٠		٢٢	٢٤	٢٨		١٨	٢٠	٢٦		١٢	١٨	٢٤		٣٢	٤	٠	٠	٢
٣٢		٣	٣٢	٣٨	٤٠	٤٠	٢٨	٢٤	٣٦	٣٨	٢٤	٣٠	٣٢	٣٦	٢٠	٢٦	٢٨	٢٤	١٤	٢٠	٢٦	٣٢	٤٠	٤	٠	٠	٣

ملحوظة : تعدد الدوائر فى نفس الصف تعنى وجود أكثر من سياسه بديلة تؤدى الى نفس العائد .

جدول رقم (٨ ـ ٦)

جدول المرحلـــة الثالثـــة (ى*٣ (س١ ، س٢)

ى*٢	س١	س٣١ / س٢	صفر				١				٢				٣				٤				ى*٣ (س١، س٢)	التخصيص الأمثل للمـــورد					
		س٣٢	٠	١	٢	٣	٠	١	٢	٣	٠	١	٢	٣	٠	١	٢	٣	٠	١	٢	٣		س١١	س٢١	س٣١	س١٢	س٢٢	س٣٢
٠	صفر	٠	٠																				٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠
٨		١	(٨)	٢																			٨	٠	٠	٠	٠	١	٠
١٦		٢	(١٦)	١٠	٤																		١٦	٠	٠	٠	٠	٢	٠
٢٤		٣	(٢٤)	١٨	١٢	١٠																	٢٤	٠	٠	٠	٠	٣	٠
٤	١	٠	(٤)				٢																٤	١	٠	٠	٠	٠	٠
١٢		١	(١٢)	٦			١٠	١٠															١٢	١	٠	٠	٠	١	٠
٢٠		٢	(٢٠)	١٤	٨		١٨	١٨	١٦														٢٠	١	٠	٠	٠	٢	٠
٢٨		٣	(٢٨)	٢٢	١٦	١٤	٢٦	٢٦	٢٤	٢٠													٢٨	١	٠	٠	٠	٣	٠
٨	٢	٠	(٨)				٦				٦												٨	٢	٠	٠	٠	٠	٠
١٦		١	(١٦)	١٠			١٤	١٤			١٤	(١٦)											١٦	٠	٠	(١)	٠	٠	(١)
٢٤		٢	(٢٤)	١٨	١٢		٢٢	٢٢	٢٠		٢٢	(٢٤)	(٢٤)										٢٤	٠	٠	(٠)	٠	٠	(٢)
٣٢		٣	(٣٢)	٢٦	٢٠	١٨	٣٠	٣٠	٢٨	٢٤	٣٠	(٣٢)	(٣٢)	٢٨									٣٢	٠	٠	(٢)	٠	١	(١)
١٢	٣	٠	(١٢)				١٠				١٠				٨								١٢	٣	٠	٠	٠	٠	٠
٢٠		١	(٢٠)	١٤			١٨	١٨			١٨	(٢٠)			١٦	(٢٠)							٢٠	٠	٠	(٣)	٠	٠	(١)
٢٨		٢	٢٨	٢٢	١٦		٢٦	٢٦	٢٤		٢٦	٢٨	٢٨		٢٤	٢٨	(٣٠)						٣٠	٠	٠	٣	٠	٠	٢
٣٦		٣	٣٦	٣٠	٢٤	٢٢	٣٤	٣٤	٣٢	٢٨	٣٤	٣٦	٣٦	٣٢	٣٢	٣٦	(٣٨)	٣٦					٣٨	٠	٠	٣	٠	١	٢
١٦	٤	٠	(١٦)				١٤				١٤				١٢				١٠				١٦	٤	٠	٠	٠	٠	٠
٢٤		١	(٢٤)	١٨			٢٢	٢٢			٢٢	(٢٤)			٢٠	(٢٤)			١٨	(٢٤)			٢٤	٠	٠	(٤)	٠	٠	(١)
٣٢		٢	٣٢	٢٦	٢٠		٣٠	٣٠	٢٨		٣٠	٣٢	٣٢		٢٨	٣٢	(٣٤)		٢٦	٣٢	٣٤		٣٤	١	٠	٣	٠	٠	٢
٤٠		٣	٤٠	٣٤	٢٨	٢٦	٣٨	٣٨	٣٦	٣٢	٣٨	٤٠	٤٠	٣٦	٣٦	٤٠	(٤٢)	٤٠	٣٤	٤٠	٤٠	٤٠	٤٢	١	٠	٣	٠	١	٢

ملحوظة : تعدد الدوائر في نفس الصف يعني وجود أكثر من سياسة بديلة تؤدي الى نفس العائد .

ولتفادى ذلك القصور فى النموذج الساكن للمخزون سنحاول الآن أن نتعرض لاحد نماذج المخزون الديناميكية واستخدام أسلوب البرمجة الديناميكية للتوصل الى برنامج التخزين الأمثل .

افترض أن الطلب (ك و) على منتج معين فى الفترة الزمنية (و) يحدث فى مدى وحدات زمنية محددة عندما تكون و = ١، ٢، ٣، ... ن .

وبالاضافة الى ذلك افترض أيضا أن الكمية الموجودة فعلا فى المخزون من المنتج المعين فى اللحظة (و) تكون اما مساويا للصفر أو تكون كافية للوفاء بالطلب على المنتج على مدى عدة وحدات زمنية مقبلة (هـ) . وبمعنى آخر فانه يمكن أن يتوافر أحد حالتين فى اللحظة (و): أما أن يكون عدد الوحدات الموجودة بالمخزون فى هذه اللحظة كاف للوفاء بالطلب المتوقع فى وحدات الزمن و+ ١، و+ ٢ ، و+ ٣ ، ... و+ هـ وأما أن يتم شراء عدد من الوحدات (أو انتاجها) فى (و) يكفى للوفاء بالطلب المتوقع . ويتوقف مدى الفترة الزمنية (هـ) على القرار الخاص بتحديد مدى الشراء مقدما قبل توقع حدوث الطلب .

والهدف فى هذه الحالة هو تحديد سياسة الشراء والتخزين التى تؤدى الى أقل التكاليف الممكنة وبشرط الوفاء باحتياجات الطلب المتوقع على مدار الفترة الزمنية التى يتوقع أن يتم حدوثة فيها . وسوف نستخدم الرموز الآتية لشرح نموذج المخزون الذى يحقق هذا الغرض : .

أو = التكلفة الثابتة للطلبية أو التشغيلة فى وحدة الزمن (و) .

ب و = التكلفة المتغيرة لوحدة المنتج فى الطلبية أو فى التشغيلة فى وحدة الزمن (و) .

س و = عدد الوحدات التى يتم شرائها أو انتاجها فى وحدة الزمن (و) .

ت و = تكلفة حيازة وحدة واحدة فى المخزون للفترة من (و) الى (و + ١) .

وسنفترض عدم وجود تكلفة حيازة للمشتريات أو الانتاج الذى يتم فى وحدة الزمن (و ـ ١) للوفاء بالطلب المتوقع فى وحدة الزمن و .

ويجب مراعاة أن مدى الفترة و = ١ الى و = ن يؤثر فى حجم الطلبية الامثل .

افترض الآن أن عناصر النموذج كانت كالآتى :

و =	٠	١	٢	٣	٤	٥
ك و :	٠	٤	١٢	١٦	٢٠	١٢
أ و :	٢٠	٤٠	٣٠	٤٠	٢٤	
ب و :	٨	٤	٢٠	٨	١٦	
ت و :		١٦	٤	٨	٢٢	

حيث يمثل الصف (ك و) الطلب الشهرى على المنتج لمدة الستة أشهر القادمة من يناير (و = ٠) الى يونيو (و = ٥) .

وبفرض عدم وجود مخزون فى شهر يناير وأن سياسة التخزين تقتضى عدم وجود مخزون فى نهاية شهر يونيو ، فانه يمكننا حل المشكلة كالآتى :

١ ـ أنه فى حالة عدم وجود مخزون فى أى من الاشهر الستة فانه يمكن شراء (أو انتاج) ما يلزم للوفاء بالطلب المتوقع فى أى مجموعة من الاشهر التالية . أى أنه فى شهر يناير يمكن شراء أو انتاج ما يلزم بالوفاء بالطلب المتوقع فى الخمسة أشهر التالية ، أو الثلاثة أشهر التالية ، أو الشهرين التاليين ، أو الشهر التالى . وأنه فى حالة عدم وجود مخزون فى شهر فبراير (أى أن مشتريات يناير أو انتاج يناير كان مجرد كافيا للوفاء بالطلب المتوقع فى شهر فبراير) فانه يمكن شراء أو انتاج عدد من الوحدات فى فبراير تكفى للطلب المتوقع خلال الاربعة أشهر القادمة ، أو الثلاثة أشهر القادمة ، أو... وهكذا .

هذا وسنقوم بتعريف تكلفة المخزون للوحدة التى يتم شرائها فى الشهر (ص) لأغراض الوفاء بالطلب المتوقع فى الشهر (ع) بالرمز (ت ص ع) . وبالتالى يمكن احتساب (ت ص ع) فى كل مرحلة (ص) بالنسبة لكل المراحل التالية (ع) باستخدام المعادلة الآتية (باعتبار أن كل شهر من الأشهر الستة يمثل مرحلة لأغراض نموذج البرمجة الديناميكية) :

$$\text{ت}_{\text{صع}} = \text{أص} + \text{بص} \sum_{\text{ر} = \text{ص}+1}^{\text{ع}} \text{ك و} + \sum_{\text{و} = \text{ص}+1}^{\text{ع}-1} \; \sum_{\text{ن} = \text{و}+1}^{\text{ع}} \text{ت و ك ن}$$

فمثلا :

$$\text{ت}_{١٠} = \text{ا}_{٠} + \text{ب}_{٠} \sum_{\text{و}=٠+١}^{١} \text{ك}_{١} + \text{صفر} = ٢٠ + (٤ \times ٨) = ٥٢ \text{ جم}$$

$$\text{ت}_{٢٠} = \text{ا}_{٠} + \text{ب}_{٠} \sum_{\text{و}=٠+١}^{٢} \text{ك}_{\text{و}} + \sum_{\text{و}=١} \sum_{\text{ن}=٢} \text{ت}_{\text{و}} \text{ك}_{\text{ن}}$$

$$= [٢٠ + (٨)(١٦) + (٦)(١٢)] = ٣٤٠ \text{ جم}$$

$$\text{ت}_{٣٠} = \text{ا}_{٠} + \text{ب}_{٠} (\text{ك}_{١} + \text{ك}_{٢} + \text{ك}_{٣}) + \text{ت}_{١} (\text{ك}_{٢} + \text{ك}_{٣}) + \text{ت}_{٢} (\text{ك}_{٣})$$

$$= [٢٠ + (٨)(٣٢) + (١٦)(٢٨) + (٤)(١٦)] = ٧٨٨ \text{ جم}$$

$$\text{ت}_{٤٠} = [\text{ا}_{٠} + \text{ب}_{٠} (\text{ك}_{١} + \text{ك}_{٢} + \text{ك}_{٣} + \text{ك}_{٤}) + \text{ت}_{١} (\text{ك}_{٢} + \text{ك}_{٣} + \text{ك}_{٤}) + \text{ت}_{٢} (\text{ك}_{٣} + \text{ك}_{٤}) + \text{ت}_{٣} (\text{ك}_{٤})]$$

$$= [٢٠ + ٨(٥٢) + ١٦(٤٨) + ٤(٣٦) + ٨(٢٠)] = ١٥٠٨ \text{ جم}$$

$$\text{ت}_{٥٠} = [\text{ا}_{٠} + \text{ب}_{٠} \sum_{\text{و}=١}^{\text{ع}} \text{ك}_{\text{و}} + \text{ت}_{١} \sum_{\text{ن}=٢}^{\text{ع}} \text{ك}_{\text{ن}} + \text{ت}_{٢} \sum_{\text{ن}=٣}^{\text{ع}} \text{ك}_{\text{ن}}$$

$$+ \text{ت}_{٣} \sum_{\text{ن}=٤}^{\text{ع}} \text{ك}_{\text{ن}} + \text{ت}_{٤} \text{ك}_{٥}]$$

$$= [٢٠ + ٨(٦٤) + ١٦(٦٠) + ٤(٤٨) + ٨(٣٢) + ٢٢(١٢)] = ٢٢٠٤ \text{ جم}$$

$$\text{ت}_{٢١} = \text{ا}_{١} + \text{ب}_{١} \text{ك}_{٣} = ٤٠ + ٤٨ = ٨٨ \text{ جم}$$

ويتم حساب باقى التكاليف بنفس الطريقة لتكون كالآتى :

$\text{ت}_{١٠} = ٥٢$

$\text{ت}_{٢٠} = ٣٤٠$ $\text{ت}_{٢١} = ٨٨$

$\text{ت}_{٣٠} = ٧٨٨$ $\text{ت}_{٣١} = ٢١٦$ $\text{ت}_{٣٢} = ٣٥٠$

$\text{ت}_{٤٠} = ١٥٠٨$ $\text{ت}_{٤١} = ٥٣٦$ $\text{ت}_{٤٢} = ٩١٠$ $\text{ت}_{٤٣} = ٢٠٠٠$

$\text{ت}_{٥٠} = ٢٢٠٤$ $\text{ت}_{٥١} = ٩٩٢$ $\text{ت}_{٥٢} = ١٥١٠$ $\text{ت}_{٥٣} = ٥٦٠$

$\text{ت}_{٥٤} = ٢١٦$

٢ـ توجد العلاقة الحسابية لنموذج البرمجة الديناميكية (طبقا للطريقة العكسية

لأنها تكون فى العادة أكثر كفاءة عن الطريقة الأمامية) لحل المشكلة • وهى فى هـذه الحالة كالآتـى :

ى* (ص) = أقل/ع [ى (ص، ع) + ى* (ع)] ،

حيث ى (ص، ع) = ت$_{ص ع}$ ،

حيث ى* (٥) = صفر فى هذه الحالة (حيث لا يوجد مخزون فى شهر يونيو) •

وعلى ذلك تكون خطوات الحل كالآتى :

(١) ى* (٤) = أقل/ع=٥ [ى (٤، ٥) + ى* (٥)]

= ٢١٦ + صفر = ٢١٦ جم   ٤ ← ٥

(٢) ى* (٣) = أقل/ع= ٤، ٥ [ى (٣، ع) + ى* (ع)]

= أقل [(٢٠٠ + ٢١٦) أو (٥٦٠ + صفر)]

= ٤١٦ جم   ٣ ← ٤

(٣) ى* (٢) = أقل/ع= ٣، ٤، ٥ [ى (٢، ع) + ى* (ع)]

= أقل [(ت$_{٢٣}$) + ى* (٣)] أو [(ت$_{٢٤}$) + ى* (٤)] أو [(ت$_{٢٥}$) + ى* (٥)] •

= أقل [(٣٥٠ + ٤١٦) أو (٩١٠ + ٢١٦) أو (١٥١٠ + صفر)]

= ٧٦٦ جم   ٢ ← ٣ ← ٤

(٤) ى* (١) = أقل/ع= ٢، ٣، ٤، ٥ [ى (١، ع) + ى* (ع)]

= أقل [(ت$_{١٢}$ + ى* (٢)) أو (ت$_{١٣}$ + ى* (٣)) أو (ت$_{١٤}$ + ى* (٤)) أو (ت$_{١٥}$ + ى* (٥))]

= أقل [(٨٨ + ٧٦٦) أو (٢١٦ + ٤١٦) أو (٥٣٦ + ٢١٦) أو (٩٩٢ + صفر)] = ٦٣٢   ١ ← ٣ ← ٤

(٥) ى* (صفر) = أقل/ع= ١، ٢، ٣، ٤، ٥ [ى (صفر، ع) + ى* (ع)]

= أقل [(ت$_{٠١}$ + ى* (١)) أو (ت$_{٠٢}$ + ى* (٢)) أو (ت$_{٠٣}$ + ى* (٣)) أو (ت$_{٠٤}$ + ى* (٤)) أو (ت$_{٠٥}$ + ى* (٥))] •

= أقل [(٥٢ + ٦٣٢) أو (٣٤٠ + ٧٦٦) أو (٧٨٨ + ٤١٦) أو (١٥٠٨ + ٢١٦) أو (٢٢٠٤ + صفر)]

= ٦٨٤ جم ٠ ← ١ ← ٣ ← ٤

ويترتب على ذلك أن سياسة الشراء (أو الانتاج) والتخزين المثلى تقتضى الآتى :

فى شهر يناير (و = ٠) يتم شراء أو انتاج مايكفى لطلب فبراير ($ك_١$)	= ٤ وحدات
فى شهر فبراير (و = ١) يتم شراء أو انتاج مايكفى لطلب كل من مارس وابريل معا ($ك_٢$ + $ك_٣$)	= ٢٨ وحدة
فى شهر مارس (و = ٢) لايتم شراء أو انتاج شئ ٠	
فى شهر ابريل (و = ٣) يتم شراء أو انتاج مايكفى لطلب مايو ($ك_٤$)	= ٢٠ وحدة
فى شهر مايو (و = ٤) يتم شراء أو انتاج مايكفى لطلب يونيو ($ك_٥$)	= ١٢ وحدة
∴ $\sum ك_و$	٦٤

ويكون مجموع تكلفة طلب (أو انتاج) وتخزين الوحدات المطلوبة لحين الطلب عليها طبقا لهذه السياسة هو ٦٨٤ جم ٠

لاحظ أنه اذا قامت المنشأة بطلب عدد من الوحدات فى كل شهر تكفى للطلب المتوقع فى الشهر التالى فان اجمالى التكلفة يكون :

(٥٢ + ٨٨ + ٣٥٠ + ٢٠٠ + ٢١٦) = ٩٠٦ جم ٠

أما اذا قامت الوحدة بانتاج أو شراء كل الوحدات المطلوبة خلال شهر يناير فان اجمالى التكلفة يكون مساويا $ت_{٠٥}$ = ٢٢٠٤ جم٠

٦ــ بعض الاستخدامات الاخرى لنموذج البرمجة الديناميكية :

لاتقتصر امكانية استخدام نماذج البرمجة الديناميكية على المشاكل السابق التعرض لها فى هذا الفصل • بل يوجد الكثير من مجموعات المشاكل التى تعتبر مجالا خصبا لتطبيق نماذج البرمجة الديناميكية ومنها مايلى :

١ــ مجال الهندسة الكيماوية ومجالات التصميم والانتاج المتعلقة بها •

٢ــ نظرية المخزون بصفة عامة وخاصة منها مايتعلق بنماذج المخزون المتعدد المراحل •

٣ــ مجال تخصيص الموارد بصفة عامة وخاصة اذا كانت دوال العائد غير خطية وغير متصلة مما يصعب معه اتباع وسائل البرمجة الأخرى •

كل هذه المجالات تحتوى على مجموعات من المشاكل التى يمكن لنماذج البرمجة الديناميكية أن تسهم فى حلها بطريقة مثالية •

٧ــ خصائص ومحددات النموذج :

افترض مشكلة البرمجة غير الخطية التالية :

$$\text{عظم} : ﻫ = \sum_{و=1}^{ن} ى_و(س_و) \;\cdot$$

$$\text{فى ظل} : \sum_{و=1}^{ن} أ_و س_و \leq ب ، أ_و > \text{صفر}$$

$$س_و \geq \text{صفر، كل قيم } س_و \text{ أرقام صحيحة } \cdot$$

لاحظ أن المشكلة تتكون من محدد موضوعى واحد وأن دالة الهدف تتكون من مجموع من الدوال المستقلة • لاحظ أن قيم المتغيرات س و فى المشكلة يجب أن تتخذ أرقام صحيحة ولا تقبل التجزئة • وفى ظل هذه الظروف لا يمكن استخدام وسائل البرمجة الاخرى بما فيها وسائل البرمجة الغير خطية لايجاد الحل الامثل للمشكلة ، حيث كل مايمكن الحصول عليه من هذه الوسائل هو حل تقريبى قد يقترب أو يبتعد من الحل الامثل بدرجة كبيرة •

وسنبين فى هذا البند بيان كيفية ايجاد الحل الأمثل للمشكلة من هذا النـــوع عن طريق استخدام البرمجة الدينا ميكية وذلك لبيان خصائص النموذج أساسا •

وقبل أن نبدأ افترض أن كل من أ و ، ب تأخذ قيم صحيحة بصرف النظر عن وحدة القياس ، فاذا كانت ب = ٥ مليون جنيه فانه يمكن استبدالها بالقيمة ب = ٠٠٠ ٠٠٠ ٥ جنيه وتصبح وحدة القياس جنيه بدلا من مليون جنيه •

فاذا مارمزنا للنهاية العظمى المطلقة للدالة (π) بالرمز π^* فان هدفنا يصبح ايجاد :

$$\pi^* = \underset{س_1 ، \dots ، س_ن}{أكبر} \sum_{و=1}^{ن} ى_و(س_و) \qquad (1)$$

وذلك على أن يكون ايجاد النهاية العظمى ملتزما بشرط اتخاذ كل س ن لقيـــم صحيحة موجبة وعلى أن يكون الحل فى حدود :

$$\sum_{و=1}^{ن} أ_و س_و \leq ب \qquad (2)$$

ولنفرض الآن أننا اخترنا قيمة لأحد المتغيرات س ن وثبتناها عند هذا المســتوى وقمنا بايجاد النهاية العظمى π^* على باقى المتغيرات $س_1 ، س_2 ، س_3 ، \dots س_{ن-1}$ • فلاشك فى هذه الحالة أن قيمة النهاية العظمى للدالة ستتوقف على القيمة التى اخترناها للمتغير $س_ن$ • ولكن افترض أننا فعلنا ذلك لكل القيم التى يمكن اعطائها للمتغير $س_ن$ ، فلاشك فى هذه الحالة أننا سنجد من بين القيم الناتجة للدالة π احدها والتى تمثـل النهاية العظمى المطلقة لها π^* عندما تكون $س_ن = س_ن^*$ • واذا ماوضعنا هــذه الخطوات فى صورة علاقة حسابية تكون كالآتى :

اختار قيمة للمتغير س ن ثم احسب بعد ذلك مايأتى :

$$\underset{س_1 ، \dots س_{ن-1}}{أكبر} \left[\sum_{و=1}^{ن} ى_و(س_و) \right] = ى_ن(س_ن) + \underset{س_1 ، \dots س_{ن-1}}{أكبر} \left[\sum_{و=1}^{ن-1} ى_و(س_و) \right] \qquad (3)$$

وحينما يتم اختيار قيمة $س_{ن}$ فان بقية المتغيرات $س_{1} ، س_{2} ، \cdots س_{ن-1}$ يجب أن تتحدد قيمتها بأرقام صحيحة موجبة بحيث تفي بالشرط :

$$\sum_{و=1}^{ن-1} أ_{و} س_{و} \leq (ب - أ_{ن} س_{ن}) \qquad (٤)$$

ولكن : $\underset{س_{1}، \cdots س_{ن-1}}{\text{أكبر}} \left[\sum_{و=1}^{ن-1} ى_{و}(س_{و}) \right]$ تتوقف قيم متغيراتها التى يجب أن تكون أرقام صحيحة موجبة على قيمة $س_{ن}$ ، أو بمعنى أدق، على قيمة $(ب - أ_{ن} س_{ن})$.

ولندع: $$ى^{*}_{ن-1}(ب - أ_{ن} س_{ن}) = \underset{س_{1}، \cdots س_{ن-1}}{\text{أكبر}} \left[\sum_{و=1}^{ن-1} ى_{و}(س_{و}) \right] \qquad (٥)$$

حيث يتم ايجاد النهاية العظمى على أساس أرقام صحيحة موجبة لقيم المتغيرات وبحيث يتم الوفاء بالشرط المبين فى المعادلة رقم (٤) . فاذا ما حسبنا $ى^{*}_{ن-1}(ب - أ_{ن} س_{ن})$ لكل القيم التى يمكن أن يتخذها المتغير $س_{ن}$ واخترنا أكبرها فان معنى ذلك أننا نحصل على النهاية العظمى المطلقة للدالة Π حيث :

$$\Pi^{*} = \underset{س_{ن}}{\text{أكبر}} \left[ى_{ن}(س_{ن}) + ى^{*}_{ن-1}(ب - أ_{ن} س_{ن}) \right] \qquad (٦)$$

حيث يمكن للمتغير $س_{ن}$ أن يتخذ أرقام صحيحة موجبة تساوى صفر، ١، ...، ن ؛ $ب + أ_{ن}$) .

واذا اتبعنا نفس الطريقة لاحتساب قيمة $ى^{*}_{ن-1}$ تكون الخطوات كالآتى :

افترض أن $|(ب - أ_{ن} س_{ن})| = جـ$ فيترتب على ذلك أن :

$$ى^{*}_{ن-1}(جـ) = \underset{س_{1}، \cdots س_{ن-1}}{\text{أكبر}} \left[\sum_{و=1}^{ن-1} ى_{و}(س_{و}) \right]$$

$$= \underset{\text{س}_{\text{ن}-١}}{\text{أكبر}} \left[\text{ى}_{\text{ن}-١}(\text{س}_{\text{ن}-١}) + \text{ى}^{*}_{\text{ن}-٢}(\text{جـ} - \text{أ}_{\text{ن}-١}\text{س}_{\text{ن}-١}) \right] \quad (٧)$$

حيث يمكن للمتغير $\text{س}_{\text{ن}-١}$ أن يتخذ أرقام صحيحة موجبة تساوى صفر، ١، ٢، .. ..(جـ ÷ $\text{أ}_{\text{ن}-١}$) .

وباتباع نفس الطريقة لاحتساب قيمة $\text{ى}^{*}_{\text{ن}-٢}$ [وبفرض أن د = جـ - $\text{أ}_{\text{ن}-١}\text{س}_{\text{ن}-١}$] تكون العلاقة الحسابية كالآتى :

$$\text{ى}^{*}_{\text{ن}-٢}(\text{د}) = \underset{\text{س}_{\text{ن}-٢}}{\text{أكبر}} \left[\text{ى}_{\text{ن}-٢}(\text{س}_{\text{ن}-٢}) + \text{ى}^{*}_{\text{ن}-١}(\text{د} - \text{أ}_{\text{ن}-٢}\text{س}_{\text{ن}-٢}) \right] \quad (٨)$$

وهكذا ... الى أن نصل الى:

$$\text{ى}^{*}_{١}(\text{هـ}) = \underset{\text{س}_{١}}{\text{أكبر}} \left[\text{ى}_{١}(\text{س}_{١}) + \text{ى}^{*}_{٢}(\text{هـ} - \text{أ}_{١}\text{س}_{١}) \right] \quad (٩)$$

حيث (٩) دالة فى متغير واحد هو $\text{س}_{١}$

وفى النهاية نصل الى $II^{*} = \text{ى}^{*}_{١}(\text{هـ})$ (١٠)

وهذه هى الخطوات المتعلقة بطريقة الحساب الخلفية كما استخدمناها فيما سبق .

ويتبين من ذلك أنه اذا كانت المشكلة تتكون من عدد من المتغيرات ن (وعادة مايكون كل و = ١، ٢، ... ن هو نقطة اتخاذ قرار فيما يتعلق بقيمة متغير معين) فان نموذج البرمجة الديناميكية يحولها الى عدد من المشاكل ن كل منها فى متغير واحد ويتم تحديد قيمة كل متغير لاحق من واقع النموذج الخاص به على اعتبار أن القيم المثلى التى تحددت لكل المتغيرات السابقة تمثل شرط أساسى يجب الحفاظ عليه عند تحديد قيمة كل متغير لاحق (أى أن قيم المتغيرات اللاحقة يجب أن تكون متناسقة مع قيم المتغيرات السابقة بحيث يؤدى مجموعها الى القيمة المثلى لدالة الهدف) ويترتب على ذلك ضرورة الاحتفاظ بالقيم المثلى للمتغيرات السابقة حيث أنها تؤثر فى القيم المثلى لكل المتغيرات اللاحقة . وهذا فى حد ذاته يعتبر أهم نواحى القصور فى نماذج البرمجة الديناميكية . فكلما زاد عدد المتغيرات (س) وزاد عدد المراحل (ص) التى يتم فيها اتخاذ قرار بشأن قيم المتغيرات التى تحتويها كل مرحلة كلما أصبحت تكلفة النموذج على الحاسب الالكترونى كبيرة وخاصة الحاجة الاحتفاظ بالقيم المثلى للمتغيرات

السابقة للرجوع اليها لاختيار القيم المثلى للمتغيرات اللاحقة ٠

ومن الجدير بالذكر أن مشكلة صغيرة تتكون من ثلاث موارد وأربعة أنشطة يمكن لكل منها أن يتخذ أحد عشر قيم صحيحة موجبة تزيد عن طاقة التخزين المتواجدة فى ذاكرة معظم الحاسبات الالكترونية الحديثة ٠ ولكن ذلك فى حد ذاته لايمثل أشكال حيث يمكن تخزين النتائج المتعلقة بالمتغيرات السابقة على شرائط مغناطيسية حيث يتم تغذيتها للحاسب لقراءتها واستخدام البيانات المخزونة عليها عند ايجاد قيم المتغيرات اللاحقة ٠ وهذا قطعا سيؤدى الى زيادة تكلفة الحصول على الحل الأمثل ٠

وكما سبق وأن ذكرنا فانه يمكن الاستعانة ببعض الطرق الرياضية للتغلب على مشكلة حجم النموذج وذلك بتخفيض أو ايجاد الحل عن طريق وسائل التقريب المتتالى ٠ ولن يسمح المجال هنا لشرح وسائل التقريب المختلفة التى يمكن استخدامها مع نموذج البرمجة الديناميكية ٠

(ملحـــق البـــــــاب الأول)

جداول القيمـة الحاليــة

جدول (١) : القيمةالحالية لمبلغ ١ جنيه يستحق بعد (ن) سنة، بمعدل (ر)٠

جدول (٢) : القيمةالحالية لدفعة سنوية مقدارها ١ جنيه تستحق لمدة (ن) سنة ، بمعدل (ر) ٠

****

جدول [illegible] : القيمة الحالية لمبلغ ١ جنيه يستحق بعد ن من السنوات بمعدل ر

ن / ر	٪١	٪٢	٪٣	٪٤	٪٥	٪٦	٪٧	٪٨	٪٩	٪١٠	٪١١	٪١٢	٪١٣	٪١٤	٪١٥
١	٠٫٩٩٠١	٠٫٩٨٠٤	٠٫٩٧٠٩	٠٫٩٦١٥	٠٫٩٥٢٤	٠٫٩٤٣٤	٠٫٩٣٤٦	٠٫٩٢٥٩	٠٫٩١٧٤	٠٫٩٠٩١	٠٫٩٠٠٩	٠٫٨٩٢٩	٠٫٨٨٥٠	٠٫٨٧٧٢	٠٫٨٦٩٦
٢	٠٫٩٨٠٣	٠٫٩٦١٢	٠٫٩٤٢٦	٠٫٩٢٤٦	٠٫٩٠٧٠	٠٫٨٩٠٠	٠٫٨٧٣٤	٠٫٨٥٧٣	٠٫٨٤١٧	٠٫٨٢٦٤	٠٫٨١١٦	٠٫٧٩٧٢	٠٫٧٨٣١	٠٫٧٦٩٥	٠٫٧٥٦١
٣	٠٫٩٧٠٦	٠٫٩٤٢٣	٠٫٩١٥١	٠٫٨٨٩٠	٠٫٨٦٣٨	٠٫٨٣٩٦	٠٫٨١٦٣	٠٫٧٩٣٨	٠٫٧٧٢٢	٠٫٧٥١٣	٠٫٧٣١٢	٠٫٧١١٨	٠٫٦٩٣١	٠٫٦٧٥٠	٠٫٦٥٧٥
٤	٠٫٩٦١٠	٠٫٩٢٣٨	٠٫٨٨٨٥	٠٫٨٥٤٨	٠٫٨٢٢٧	٠٫٧٩٢١	٠٫٧٦٢٩	٠٫٧٣٥٠	٠٫٧٠٨٤	٠٫٦٨٣٠	٠٫٦٥٨٧	٠٫٦٣٥٥	٠٫٦١٣٣	٠٫٥٩٢١	٠٫٥٧١٨
٥	٠٫٩٥١٥	٠٫٩٠٥٧	٠٫٨٦٢٦	٠٫٨٢١٩	٠٫٧٨٣٥	٠٫٧٤٧٣	٠٫٧١٣٠	٠٫٦٨٠٦	٠٫٦٤٩٩	٠٫٦٢٠٩	٠٫٥٩٣٥	٠٫٥٦٧٤	٠٫٥٤٢٨	٠٫٥١٩٤	٠٫٤٩٧٢
٦	٠٫٩٤٢٠	٠٫٨٨٨٠	٠٫٨٣٧٥	٠٫٧٩٠٣	٠٫٧٤٦٢	٠٫٧٠٥٠	٠٫٦٦٦٣	٠٫٦٣٠٢	٠٫٥٩٦٣	٠٫٥٦٤٥	٠٫٥٣٤٦	٠٫٥٠٦٦	٠٫٤٨٠٣	٠٫٤٥٥٦	٠٫٤٣٢٣
٧	٠٫٩٣٢٧	٠٫٨٧٠٦	٠٫٨١٣١	٠٫٧٥٩٩	٠٫٧١٠٧	٠٫٦٦٥١	٠٫٦٢٢٧	٠٫٥٨٣٥	٠٫٥٤٧٠	٠٫٥١٣٢	٠٫٤٨١٧	٠٫٤٥٢٣	٠٫٤٢٥١	٠٫٣٩٩٦	٠٫٣٧٥٩
٨	٠٫٩٢٣٥	٠٫٨٥٣٥	٠٫٧٨٩٤	٠٫٧٣٠٧	٠٫٦٧٦٨	٠٫٦٢٧٤	٠٫٥٨٢٠	٠٫٥٤٠٣	٠٫٥٠١٩	٠٫٤٦٦٥	٠٫٤٣٣٩	٠٫٤٠٣٩	٠٫٣٧٦٢	٠٫٣٥٠٦	٠٫٣٢٦٩
٩	٠٫٩١٤٣	٠٫٨٣٦٨	٠٫٧٦٦٤	٠٫٧٠٢٦	٠٫٦٤٤٦	٠٫٥٩١٩	٠٫٥٤٣٩	٠٫٥٠٠٢	٠٫٤٦٠٤	٠٫٤٢٤١	٠٫٣٩٠٩	٠٫٣٦٠٦	٠٫٣٣٢٩	٠٫٣٠٧٥	٠٫٢٨٤٣
١٠	٠٫٩٠٥٣	٠٫٨٢٠٣	٠٫٧٤٤١	٠٫٦٧٥٦	٠٫٦١٣٩	٠٫٥٥٨٤	٠٫٥٠٨٣	٠٫٤٦٣٢	٠٫٤٢٢٤	٠٫٣٨٥٥	٠٫٣٥٢٢	٠٫٣٢٢٠	٠٫٢٩٤٦	٠٫٢٦٩٧	٠٫٢٤٧٢
١١	٠٫٨٩٦٣	٠٫٨٠٤٣	٠٫٧٢٢٤	٠٫٦٤٩٦	٠٫٥٨٤٧	٠٫٥٢٦٨	٠٫٤٧٥١	٠٫٤٢٨٩	٠٫٣٨٧٥	٠٫٣٥٠٥	٠٫٣١٧٣	٠٫٢٨٧٥	٠٫٢٦٠٧	٠٫٢٣٦٦	٠٫٢١٤٩
١٢	٠٫٨٨٧٤	٠٫٧٨٨٥	٠٫٧٠١٤	٠٫٦٢٤٦	٠٫٥٥٦٨	٠٫٤٩٧٠	٠٫٤٤٤٠	٠٫٣٩٧١	٠٫٣٥٥٥	٠٫٣١٨٦	٠٫٢٨٥٨	٠٫٢٥٦٧	٠٫٢٣٠٧	٠٫٢٠٧٦	٠٫١٨٦٩
١٣	٠٫٨٧٨٧	٠٫٧٧٣٠	٠٫٦٨١٠	٠٫٦٠٠٦	٠٫٥٣٠٣	٠٫٤٦٨٨	٠٫٤١٥٠	٠٫٣٦٧٧	٠٫٣٢٦٢	٠٫٢٨٩٧	٠٫٢٥٧٥	٠٫٢٢٩٢	٠٫٢٠٤٢	٠٫١٨٢١	٠٫١٦٢٥
١٤	٠٫٨٧٠٠	٠٫٧٥٧٩	٠٫٦٦١١	٠٫٥٧٧٥	٠٫٥٠٥١	٠٫٤٤٢٣	٠٫٣٨٧٨	٠٫٣٤٠٥	٠٫٢٩٩٢	٠٫٢٦٣٣	٠٫٢٣٢٠	٠٫٢٠٤٦	٠٫١٨٠٧	٠٫١٥٩٧	٠٫١٤١٣
١٥	٠٫٨٦١٣	٠٫٧٤٣٠	٠٫٦٤١٩	٠٫٥٥٥٣	٠٫٤٨١٠	٠٫٤١٧٣	٠٫٣٦٢٤	٠٫٣١٥٢	٠٫٢٧٤٥	٠٫٢٣٩٤	٠٫٢٠٩٠	٠٫١٨٢٧	٠٫١٥٩٩	٠٫١٤٠١	٠٫١٢٢٩
١٦	٠٫٨٥٢٨	٠٫٧٢٨٤	٠٫٦٢٣٢	٠٫٥٣٣٩	٠٫٤٥٨١	٠٫٣٩٣٦	٠٫٣٣٨٧	٠٫٢٩١٩	٠٫٢٥١٩	٠٫٢١٧٦	٠٫١٨٨٣	٠٫١٦٣١	٠٫١٤١٥	٠٫١٢٢٩	٠٫١٠٦٩
١٧	٠٫٨٤٤٤	٠٫٧١٤٢	٠٫٦٠٥٠	٠٫٥١٣٤	٠٫٤٣٦٣	٠٫٣٧١٤	٠٫٣١٦٦	٠٫٢٧٠٣	٠٫٢٣١١	٠٫١٩٧٨	٠٫١٦٩٦	٠٫١٤٥٦	٠٫١٢٥٢	٠٫١٠٧٨	٠٫٠٩٢٩
١٨	٠٫٨٣٦٠	٠٫٧٠٠٢	٠٫٥٨٧٤	٠٫٤٩٣٦	٠٫٤١٥٥	٠٫٣٥٠٣	٠٫٢٩٥٩	٠٫٢٥٠٢	٠٫٢١٢٠	٠٫١٧٩٩	٠٫١٥٢٨	٠٫١٣٠٠	٠٫١١٠٨	٠٫٠٩٤٦	٠٫٠٨٠٨
١٩	٠٫٨٢٧٧	٠٫٦٨٦٤	٠٫٥٧٠٣	٠٫٤٧٤٦	٠٫٣٩٥٧	٠٫٣٣٠٥	٠٫٢٧٦٥	٠٫٢٣١٧	٠٫١٩٤٥	٠٫١٦٣٥	٠٫١٣٧٧	٠٫١١٦١	٠٫٠٩٨١	٠٫٠٨٢٩	٠٫٠٧٠٣
٢٠	٠٫٨١٩٥	٠٫٦٧٣٠	٠٫٥٥٣٧	٠٫٤٥٦٤	٠٫٣٧٦٩	٠٫٣١١٨	٠٫٢٥٨٤	٠٫٢١٤٥	٠٫١٧٨٤	٠٫١٤٨٦	٠٫١٢٤٠	٠٫١٠٣٧	٠٫٠٨٦٨	٠٫٠٧٢٨	٠٫٠٦١١
٢١	٠٫٨١١٤	٠٫٦٥٩٨	٠٫٥٣٧٥	٠٫٤٣٨٨	٠٫٣٥٨٩	٠٫٢٩٤٢	٠٫٢٤١٥	٠٫١٩٨٧	٠٫١٦٣٧	٠٫١٣٥١	٠٫١١١٧	٠٫٠٩٢٦	٠٫٠٧٦٨	٠٫٠٦٣٨	٠٫٠٥٣١
٢٢	٠٫٨٠٣٤	٠٫٦٤٦٨	٠٫٥٢١٩	٠٫٤٢٢٠	٠٫٣٤١٨	٠٫٢٧٧٥	٠٫٢٢٥٧	٠٫١٨٣٩	٠٫١٥٠٢	٠٫١٢٢٨	٠٫١٠٠٧	٠٫٠٨٢٦	٠٫٠٦٨٠	٠٫٠٥٦٠	٠٫٠٤٦٢
٢٣	٠٫٧٩٥٤	٠٫٦٣٤٢	٠٫٥٠٦٧	٠٫٤٠٥٧	٠٫٣٢٥٦	٠٫٢٦١٨	٠٫٢١٠٩	٠٫١٧٠٣	٠٫١٣٧٨	٠٫١١١٧	٠٫٠٩٠٧	٠٫٠٧٣٨	٠٫٠٦٠١	٠٫٠٤٩١	٠٫٠٤٠٢
٢٤	٠٫٧٨٧٦	٠٫٦٢١٧	٠٫٤٩١٩	٠٫٣٩٠١	٠٫٣١٠١	٠٫٢٤٧٠	٠٫١٩٧١	٠٫١٥٧٧	٠٫١٢٦٤	٠٫١٠١٥	٠٫٠٨١٧	٠٫٠٦٥٩	٠٫٠٥٣٢	٠٫٠٤٣١	٠٫٠٣٤٩
٢٥	٠٫٧٧٩٨	٠٫٦٠٩٥	٠٫٤٧٧٦	٠٫٣٧٥١	٠٫٢٩٥٣	٠٫٢٣٣٠	٠٫١٨٤٢	٠٫١٤٦٠	٠٫١١٦٠	٠٫٠٩٢٣	٠٫٠٧٣٦	٠٫٠٥٨٨	٠٫٠٤٧١	٠٫٠٣٧٨	٠٫٠٣٠٤
٢٦	٠٫٧٧٢٠	٠٫٥٩٧٦	٠٫٤٦٣٧	٠٫٣٦٠٧	٠٫٢٨١٢	٠٫٢١٩٨	٠٫١٧٢٢	٠٫١٣٥٢	٠٫١٠٦٤	٠٫٠٨٣٩	٠٫٠٦٦٣	٠٫٠٥٢٥	٠٫٠٤١٧	٠٫٠٣٣١	٠٫٠٢٦٤
٢٧	٠٫٧٦٤٤	٠٫٥٨٥٩	٠٫٤٥٠٢	٠٫٣٤٦٨	٠٫٢٦٧٨	٠٫٢٠٧٤	٠٫١٦٠٩	٠٫١٢٥٢	٠٫٠٩٧٦	٠٫٠٧٦٣	٠٫٠٥٩٧	٠٫٠٤٦٩	٠٫٠٣٦٩	٠٫٠٢٩١	٠٫٠٢٣٠
٢٨	٠٫٧٥٦٨	٠٫٥٧٤٤	٠٫٤٣٧١	٠٫٣٣٣٥	٠٫٢٥٥١	٠٫١٩٥٦	١٫١٥٠٤	٠٫١١٥٩	٠٫٠٨٩٥	٠٫٠٦٩٣	٠٫٠٥٣٨	٠٫٠٤١٩	٠٫٠٣٢٦	٠٫٠٢٥٥	٠٫٠٢٠٠
٢٩	٠٫٧٤٩٣	٠٫٥٦٣١	٠٫٤٢٤٣	٠٫٣٢٠٦	٠٫٢٤٢٩	٠٫١٨٤٦	٠٫١٤٠٦	٠٫١٠٧٣	٠٫٠٨٢٢	٠٫٠٦٣٠	٠٫٠٤٨٥	٠٫٠٣٧٤	٠٫٠٢٨٩	٠٫٠٢٢٤	٠٫٠١٧٤
٣٠	٠٫٧٤١٩	٠٫٥٥٢١	٠٫٤١٢٠	٠٫٣٠٨٣	٠٫٢٣١٤	٠٫١٧٤١	٠٫١٣١٤	٠٫٠٩٩٤	٠٫٠٧٤٥	٠٫٠٥٧٣	٠٫٠٤٣٧	٠٫٠٣٣٤	٠٫٠٢٥٦	٠٫٠١٩٦	٠٫٠١٥١

تابع جدول (١):

ن	١٦٪	١٨٪	٢٠٪	٢٢٪	٢٤٪	٢٦٪	٢٨٪	٣٠٪	٣٢٪	٣٤٪	٣٦٪	٣٨٪	٤٠٪	٤٥٪	٥٠٪
١	٠٫٨٦٢١	٠٫٨٤٧٥	٠٫٨٣٣٣	٠٫٨١٩٧	٠٫٨٠٦٥	٠٫٧٩٣٧	٠٫٧٨١٣	٠٫٧٦٩٢	٠٫٧٥٧٦	٠٫٧٤٦٣	٠٫٧٣٥٣	٠٫٧٢٤٦	٠٫٧١٤٣	٠٫٦٨٩٧	٠٫٦٦٦٧
٢	٠٫٧٤٣٢	٠٫٧١٨٢	٠٫٦٩٤٤	٠٫٦٧١٩	٠٫٦٥٠٤	٠٫٦٢٩٩	٠٫٦١٠٤	٠٫٥٩١٧	٠٫٥٧٣٩	٠٫٥٥٦٩	٠٫٥٤٠٧	٠٫٥٢٥١	٠٫٥١٠٢	٠٫٤٧٥٦	٠٫٤٤٤٤
٣	٠٫٦٤٠٧	٠٫٦٠٨٦	٠٫٥٧٨٧	٠٫٥٥٠٧	٠٫٥٢٤٥	٠٫٤٩٩٩	٠٫٤٧٦٨	٠٫٤٥٥٢	٠٫٤٣٤٨	٠٫٤١٥٥	٠٫٣٩٧٥	٠٫٣٨٠٥	٠٫٣٦٤٤	٠٫٣٢٨٠	٠٫٢٩٦٣
٤	٠٫٥٥٢٣	٠٫٥١٥٨	٠٫٤٨٢٣	٠٫٤٥١٤	٠٫٤٢٣٠	٠٫٣٩٦٨	٠٫٣٧٢٥	٠٫٣٥٠١	٠٫٣٢٩٤	٠٫٣١٠٢	٠٫٢٩٢٣	٠٫٢٧٥٧	٠٫٢٦٠٣	٠٫٢٢٦٢	٠٫١٩٧٥
٥	٠٫٤٧٦١	٠٫٤٣٧١	٠٫٤٠١٩	٠٫٣٧٠٠	٠٫٣٤١١	٠٫٣١٤٩	٠٫٢٩١٠	٠٫٢٦٩٣	٠٫٢٤٩٥	٠٫٢٣١٥	٠٫٢١٤٩	٠٫١٩٩٨	٠٫١٨٥٩	٠٫١٥٦٠	٠٫١٣١٧
٦	٠٫٤١٠٤	٠٫٣٧٠٤	٠٫٣٣٤٩	٠٫٣٠٣٣	٠٫٢٧٥١	٠٫٢٤٩٩	٠٫٢٢٧٤	٠٫٢٠٧٢	٠٫١٨٩٠	٠٫١٧٢٧	٠٫١٥٨٠	٠٫١٤٤٨	٠٫١٣٢٨	٠٫١٠٧٦	٠٫٠٨٧٨
٧	٠٫٣٥٣٨	٠٫٣١٣٩	٠٫٢٧٩١	٠٫٢٤٨٦	٠٫٢٢١٨	٠٫١٩٨٣	٠٫١٧٧٦	٠٫١٥٩٤	٠٫١٤٣٢	٠٫١٢٨٩	٠٫١١٦٢	٠٫١٠٤٩	٠٫٠٩٤٩	٠٫٠٧٤٢	٠٫٠٥٨٥
٨	٠٫٣٠٥٠	٠٫٢٦٦٠	٠٫٢٣٢٦	٠٫٢٠٣٨	٠٫١٧٨٩	٠٫١٥٧٤	٠٫١٣٨٨	٠٫١٢٢٦	٠٫١٠٨٥	٠٫٠٩٦٢	٠٫٠٨٥٤	٠٫٠٧٦٠	٠٫٠٦٧٨	٠٫٠٥١٢	٠٫٠٣٩٠
٩	٠٫٢٦٣٠	٠٫٢٢٥٥	٠٫١٩٣٨	٠٫١٦٧٠	٠٫١٤٤٣	٠٫١٢٤٩	٠٫١٠٨٤	٠٫٠٩٤٣	٠٫٠٨٢٢	٠٫٠٧١٨	٠٫٠٦٢٨	٠٫٠٥٥١	٠٫٠٤٨٤	٠٫٠٣٥٣	٠٫٠٢٦٠
١٠	٠٫٢٢٦٧	٠٫١٩١١	٠٫١٦١٥	٠٫١٣٦٩	٠٫١١٦٤	٠٫٠٩٩٢	٠٫٠٨٤٧	٠٫٠٧٢٥	٠٫٠٦٢٣	٠٫٠٥٣٦	٠٫٠٤٦٢	٠٫٠٣٩٩	٠٫٠٣٤٦	٠٫٠٢٤٣	٠٫٠١٧٣
١١	٠٫١٩٥٤	٠٫١٦١٩	٠٫١٣٤٦	٠٫١١٢٢	٠٫٠٩٣٨	٠٫٠٧٨٧	٠٫٠٦٦٢	٠٫٠٥٥٨	٠٫٠٤٧٢	٠٫٠٤٠٠	٠٫٠٣٤٠	٠٫٠٢٨٩	٠٫٠٢٤٧	٠٫٠١٦٨	٠٫٠١١٦
١٢	٠٫١٦٨٥	٠٫١٣٧٢	٠٫١١٢٢	٠٫٠٩٢٠	٠٫٠٧٥٧	٠٫٠٦٢٥	٠٫٠٥١٧	٠٫٠٤٢٩	٠٫٠٣٥٧	٠٫٠٢٩٨	٠٫٠٢٥٠	٠٫٠٢١٠	٠٫٠١٧٦	٠٫٠١١٦	٠٫٠٠٧٧
١٣	٠٫١٤٥٢	٠٫١١٦٣	٠٫٠٩٣٥	٠٫٠٧٥٤	٠٫٠٦١٠	٠٫٠٤٩٦	٠٫٠٤٠٤	٠٫٠٣٣٠	٠٫٠٢٧١	٠٫٠٢٢٣	٠٫٠١٨٤	٠٫٠١٥٢	٠٫٠١٢٦	٠٫٠٠٨٠	٠٫٠٠٥١
١٤	٠٫١٢٥٢	٠٫٠٩٨٥	٠٫٠٧٧٩	٠٫٠٦١٨	٠٫٠٤٩٢	٠٫٠٣٩٣	٠٫٠٣١٦	٠٫٠٢٥٣	٠٫٠٢٠٥	٠٫٠١٦٦	٠٫٠١٣٥	٠٫٠١١٠	٠٫٠٠٩٠	٠٫٠٠٥٥	٠٫٠٠٣٤
١٥	٠٫١٠٧٩	٠٫٠٨٣٥	٠٫٠٦٤٩	٠٫٠٥٠٧	٠٫٠٣٩٧	٠٫٠٣١٢	٠٫٠٢٤٧	٠٫٠١٩٥	٠٫٠١٥٥	٠٫٠١٢٤	٠٫٠٠٩٩	٠٫٠٠٨٠	٠٫٠٠٦٤	٠٫٠٠٣٨	٠٫٠٠٢٣
١٦	٠٫٠٩٣٠	٠٫٠٧٠٨	٠٫٠٥٤١	٠٫٠٤١٥	٠٫٠٣٢٠	٠٫٠٢٤٨	٠٫٠١٩٣	٠٫٠١٥٠	٠٫٠١١٨	٠٫٠٠٩٣	٠٫٠٠٧٣	٠٫٠٠٥٨	٠٫٠٠٤٦	٠٫٠٠٢٦	٠٫٠٠١٥
١٧	٠٫٠٨٠٢	٠٫٠٦٠٠	٠٫٠٤٥١	٠٫٠٣٤٠	٠٫٠٢٥٨	٠٫٠١٧٩	٠٫٠١٥٠	٠٫٠١١٦	٠٫٠٠٨٩	٠٫٠٠٦٩	٠٫٠٠٥٤	٠٫٠٠٤٢	٠٫٠٠٣٣	٠٫٠٠١٨	٠٫٠٠١٠
١٨	٠٫٠٦٩١	٠٫٠٥٠٨	٠٫٠٣٧٦	٠٫٠٢٧٩	٠٫٠٢٠٨	٠٫٠١٥٦	٠٫٠١١٨	٠٫٠٠٨٩	٠٫٠٠٦٨	٠٫٠٠٥٢	٠٫٠٠٣٩	٠٫٠٠٣٠	٠٫٠٠٢٣	٠٫٠٠١٢	٠٫٠٠٠٧
١٩	٠٫٠٥٩٦	٠٫٠٤٣١	٠٫٠٣١٣	٠٫٠٢٢٩	٠٫٠١٦٨	٠٫٠١٢٤	٠٫٠٠٩٢	٠٫٠٠٦٨	٠٫٠٠٥١	٠٫٠٠٣٨	٠٫٠٠٢٩	٠٫٠٠٢٢	٠٫٠٠١٧	٠٫٠٠٠٩	٠٫٠٠٠٥
٢٠	٠٫٠٥١٤	٠٫٠٣٦٥	٠٫٠٢٦١	٠٫٠١٨٧	٠٫٠١٣٥	٠٫٠٠٩٨	٠٫٠٠٧٢	٠٫٠٠٥٣	٠٫٠٠٣٩	٠٫٠٠٢٩	٠٫٠٠٢١	٠٫٠٠١٦	٠٫٠٠١٢	٠٫٠٠٠٦	٠٫٠٠٠٣
٢١	٠٫٠٤٤٣	٠٫٠٣٠٩	٠٫٠٢١٧	٠٫٠١٥٤	٠٫٠١٠٩	٠٫٠٠٨٧	٠٫٠٠٥٦	٠٫٠٠٤٠	٠٫٠٠٢٩	٠٫٠٠٢١	٠٫٠٠١٦	٠٫٠٠١٢	٠٫٠٠٠٩	٠٫٠٠٠٤	٠٫٠٠٠٢
٢٢	٠٫٠٣٨٢	٠٫٠٢٦٢	٠٫٠١٨١	٠٫٠١٢٦	٠٫٠٠٨٨	٠٫٠٠٦٢	٠٫٠٠٤٤	٠٫٠٠٣١	٠٫٠٠٢٢	٠٫٠٠١٦	٠٫٠٠١٢	٠٫٠٠٠٨	٠٫٠٠٠٦	٠٫٠٠٠٣	٠٫٠٠٠١
٢٣	٠٫٠٣٢٩	٠٫٠٢٢٢	٠٫٠١٥١	٠٫٠١٠٣	٠٫٠٠٧١	٠٫٠٠٤٩	٠٫٠٠٣٤	٠٫٠٠٢٤	٠٫٠٠١٧	٠٫٠٠١٢	٠٫٠٠٠٨	٠٫٠٠٠٦	٠٫٠٠٠٤	٠٫٠٠٠٢	٠٫٠٠٠١
٢٤	٠٫٠٢٨٤	٠٫٠١٨٨	٠٫٠١٢٦	٠٫٠٠٨٥	٠٫٠٠٥٧	٠٫٠٠٣٩	٠٫٠٠٢٧	٠٫٠٠١٨	٠٫٠٠١٣	٠٫٠٠٠٩	٠٫٠٠٠٦	٠٫٠٠٠٤	٠٫٠٠٠٣	٠٫٠٠٠١	٠٫٠٠٠١
٢٥	٠٫٠٢٤٥	٠٫٠١٦٠	٠٫٠١٠٥	٠٫٠٠٦٩	٠٫٠٠٤٦	٠٫٠٠٣١	٠٫٠٠٢١	٠٫٠٠١٤	٠٫٠٠١٠	٠٫٠٠٠٧	٠٫٠٠٠٥	٠٫٠٠٠٣	٠٫٠٠٠٢	٠٫٠٠٠١	
٢٦	٠٫٠٢١١	٠٫٠١٣٥	٠٫٠٠٨٧	٠٫٠٠٥٧	٠٫٠٠٣٧	٠٫٠٠٢٥	٠٫٠٠١٦	٠٫٠٠١١	٠٫٠٠٠٧	٠٫٠٠٠٥	٠٫٠٠٠٣	٠٫٠٠٠٢	٠٫٠٠٠٢	٠٫٠٠٠١	
٢٧	٠٫٠١٨٢	٠٫٠١١٥	٠٫٠٠٧٣	٠٫٠٠٤٧	٠٫٠٠٣٠	٠٫٠٠١٩	٠٫٠٠١٣	٠٫٠٠٠٨	٠٫٠٠٠٦	٠٫٠٠٠٤	٠٫٠٠٠٢	٠٫٠٠٠٢	٠٫٠٠٠١		
٢٨	٠٫٠١٥٧	٠٫٠٠٩٧	٠٫٠٠٦١	٠٫٠٠٣٨	٠٫٠٠٢٤	٠٫٠٠١٥	٠٫٠٠١٠	٠٫٠٠٠٦	٠٫٠٠٠٤	٠٫٠٠٠٣	٠٫٠٠٠٢	٠٫٠٠٠١	٠٫٠٠٠١		
٢٩	٠٫٠١٣٥	٠٫٠٠٨٢	٠٫٠٠٥١	٠٫٠٠٣١	٠٫٠٠٢٠	٠٫٠٠١٢	٠٫٠٠٠٨	٠٫٠٠٠٥	٠٫٠٠٠٣	٠٫٠٠٠٢	٠٫٠٠٠١	٠٫٠٠٠١	٠٫٠٠٠١		
٣٠	٠٫٠١١٦	٠٫٠٠٧٠	٠٫٠٠٤٢	٠٫٠٠٢٦	٠٫٠٠١٦	٠٫٠٠١٠	٠٫٠٠٠٦	٠٫٠٠٠٤	٠٫٠٠٠٢	٠٫٠٠٠٢	٠٫٠٠٠١	٠٫٠٠٠١			

جدول ... القيمة الحالية للدفعة ...

ن	٪١	٪٢	٪٣	٪٤	٪٥	٪٦	٪٧	٪٨	٪٩	٪١٠	٪١١	٪١٢	٪١٣	٪١٤	٪١٥
١	٠٫٩٩٠١	٠٫٩٨٠٤	٠٫٩٧٠٩	٠٫٩٦١٥	٠٫٩٥٢٤	٠٫٩٤٣٤	٠٫٩٣٤٦	٠٫٩٣٤٦	٠٫٩١٧٤	٠٫٩٠٩١	٠٫٩٠٠٩	٠٫٨٩٢٩	٠٫٨٨٥٠	٠٫٨٧٧٢	٠٫٨٦٩٦
٢	١٫٩٧٠٤	١٫٩٤١٦	١٫٩١٣٥	١٫٨٨٦١	١٫٨٥٩٤	١٫٨٣٣٤	١٫٨٠٨٠	١٫٧٨٣٣	١٫٧٥٩١	١٫٧٣٥٥	١٫٧١٢٥	١٫٦٩٠١	١٫٦٦٨١	١٫٦٤٦٧	١٫٦٢٥٧
٣	٢٫٩٤١٠	٢٫٨٨٣٩	٢٫٨٢٨٦	٢٫٧٧٥١	٢٫٧٢٣٢	٢٫٦٧٣٠	٢٫٦٢٤٣	٢٫٥٧٧١	٢٫٥٣١٣	٢٫٤٨٦٩	٢٫٤٤٣٧	٢٫٤٠١٨	٢٫٣٦١٢	٢٫٣٢١٦	٢٫٢٨٣٢
٤	٣٫٩٠٢٠	٣٫٨٠٧٧	٣٫٧١٧١	٣٫٦٢٩٩	٣٫٥٤٥٩	٣٫٤٦٥١	٣٫٣٨٧٢	٣٫٣١٢١	٣٫٢٣٩٧	٣٫١٦٩٩	٣٫١٠٢٤	٣٫٠٣٧٣	٢٫٩٧٤٥	٢٫٩١٣٧	٢٫٨٥٥٠
٥	٤٫٨٥٣٤	٤٫٧١٣٥	٤٫٥٧٩٧	٤٫٤٥١٨	٤٫٣٢٩٥	٤٫٢١٢٤	٤٫١٠٠٢	٣٫٩٩٢٧	٣٫٨٨٩٧	٣٫٧٩٠٨	٣٫٦٩٥٩	٣٫٦٠٤٨	٣٫٥١٧٢	٣٫٤٣٣١	٣٫٣٥٢٢
٦	٥٫٧٩٥٥	٥٫٦٠١٤	٥٫٤١٧٢	٥٫٢٤٢١	٥٫٠٧٥٧	٤٫٩١٧٣	٤٫٧٦٦٥	٤٫٦٢٢٩	٤٫٤٨٥٩	٤٫٣٥٥٣	٤٫٢٣٠٥	٤٫١١١٤	٣٫٩٩٧٥	٣٫٨٨٨٧	٣٫٧٨٤٥
٧	٦٫٧٢٨٢	٦٫٤٧٢٠	٦٫٢٣٠٣	٦٫٠٠٢٠	٥٫٧٨٦٤	٥٫٥٨٢٤	٥٫٣٨٩٣	٥٫٢٠٤٦	٥٫٠٣٣٠	٤٫٨٦٨٤	٤٫٧١٢٢	٤٫٥٦٣٨	٤٫٤٢٢٦	٤٫٢٨٨٣	٤٫١٦٠٤
٨	٧٫٦٥١٧	٧٫٣٢٥٥	٧٫٠١٩٧	٦٫٧٣٢٧	٦٫٤٦٣٢	٦٫٢٠٩٨	٥٫٩٧١٣	٥٫٧٤٦٦	٥٫٥٣٤٨	٥٫٣٣٤٩	٥٫١٤٦١	٤٫٩٦٧٦	٤٫٧٩٨٨	٤٫٦٣٨٩	٤٫٤٨٧٣
٩	٨٫٥٦٦٠	٨٫١٦٢٢	٧٫٧٨٦١	٧٫٤٣٥٣	٧٫١٠٧٨	٦٫٨٠١٧	٦٫٥١٥٢	٦٫٢٤٦٩	٥٫٩٩٥٢	٥٫٧٥٩٠	٥٫٥٣٧٠	٥٫٣٢٨٢	٥٫١٣١٧	٤٫٩٤٦٤	٤٫٧٧١٦
١٠	٩٫٤٧١٣	٨٫٩٨٢٦	٨٫٥٣٠٢	٨٫١١٠٩	٧٫٧٢١٧	٧٫٣٦٠١	٧٫٠٢٣٦	٦٫٧١٠١	٦٫٤١٧٧	٦٫١٤٤٦	٥٫٨٨٩٢	٥٫٦٥٠٢	٥٫٤٢٦٢	٥٫٢١٦١	٥٫٠١٨٨
١١	١٠٫٣٦٧٦	٩٫٧٨٦٨	٩٫٢٥٢٦	٨٫٧٦٠٥	٨٫٣٠٦٤	٧٫٨٨٦٩	٧٫٤٩٨٧	٧٫١٣٩٠	٦٫٨٠٥١	٦٫٤٩٥١	٦٫٢٠٦٥	٥٫٩٣٧٧	٥٫٦٨٦٩	٥٫٤٥٢٧	٥٫٢٣٣٧
١٢	١١٫٢٥٥١	١٠٫٥٧٥٣	٩٫٩٥٤٠	٩٫٣٨٥١	٨٫٨٦٣٣	٨٫٣٨٣٨	٧٫٩٤٢٧	٧٫٥٣٦١	٧٫١٦٠٧	٦٫٨١٣٧	٦٫٤٩٢٤	٦٫١٩٤٤	٥٫٩١٧٦	٥٫٦٦٠٣	٥٫٤٢٠٦
١٣	١٢٫١٣٣٧	١١٫٣٤٨٤	١٠٫٦٣٥٠	٩٫٩٨٥٦	٩٫٣٩٣٦	٨٫٨٥٢٧	٨٫٣٥٧٧	٧٫٩٠٣٨	٧٫٤٨٦٩	٧٫١٠٣٤	٦٫٧٤٩٩	٦٫٤٢٣٥	٦٫١٢١٨	٥٫٨٤٢٤	٥٫٥٨٣١
١٤	١٣٫٠٠٣٧	١٢٫١٠٦٢	١١٫٢٩٦١	١٠٫٥٦٣١	٩٫٨٩٨٦	٩٫٢٩٥٠	٨٫٧٤٥٥	٨٫٢٤٤٢	٧٫٧٨٦٢	٧٫٣٦٦٧	٦٫٩٨١٩	٦٫٦٢٨٢	٦٫٣٠٢٥	٦٫٠٠٢١	٥٫٧٢٤٥
١٥	١٣٫٨٦٥٠	١٢٫٨٤٩٣	١١٫٩٣٧٩	١١٫١١٨٤	١٠٫٣٧٩٧	٩٫٧١٢٢	٩٫١٠٧٩	٨٫٥٥٩٥	٨٫٠٦٠٧	٧٫٦٠٦١	٧٫١٩٠٩	٦٫٨١٠٩	٦٫٤٦٢٤	٦٫١٤٢٢	٥٫٨٤٧٤
١٦	١٤٫٧١٧٩	١٣٫٥٧٧٧	١٢٫٥٦١١	١١٫٦٥٢٣	١٠٫٨٣٧٨	١٠٫١٠٥٩	٩٫٤٤٦٦	٨٫٨٥١٤	٨٫٣١٢٦	٧٫٨٢٣٧	٧٫٣٧٩٢	٦٫٩٧٤٠	٦٫٦٠٣٩	٦٫٢٦٥١	٥٫٩٥٤٢
١٧	١٥٫٥٦٢٢	١٤٫٢٩١٩	١٣٫١٦٦١	١٢٫١٦٥٧	١١٫٢٧٤١	١٠٫٤٧٧٣	٩٫٧٦٣٢	٩٫١٢١٦	٨٫٥٤٣٦	٨٫٠٢١٦	٧٫٥٤٨٨	٧٫١١٩٦	٦٫٧٢٩١	٦٫٣٧٢٩	٦٫٠٤٧٢
١٨	١٦٫٣٩٨٣	١٤٫٩٩٢٠	١٣٫٧٥٣٥	١٢٫٦٥٩٣	١١٫٦٨٩٦	١٠٫٨٢٧٦	١٠٫٠٥٩١	٩٫٣٧١٩	٨٫٧٥٥٦	٨٫٢٠١٤	٧٫٧٠١٦	٧٫٢٤٩٧	٨٫٨٣٩٩	٦٫٤٦٧٤	٦٫١٢٨٠
١٩	١٧٫٢٢٦٠	١٥٫٦٧٨٥	١٤٫٣٢٣٨	١٣٫١٣٣٩	١٢٫٠٨٥٣	١١٫١٥٨١	١٠٫٣٣٥٦	٩٫٦٠٣٦	٨٫٩٥٠١	٨٫٣٦٤٩	٧٫٨٣٩٣	٧٫٣٦٥٨	٦٫٩٣٨٠	٦٫٥٥٠٤	٦٫١٩٨٢
٢٠	١٨٫٠٤٥٥	١٦٫٣٥١٤	١٤٫٨٧٧٥	١٣٫٥٩٠٣	١٢٫٤٦٢٢	١١٫٤٦٩٩	١٠٫٥٩٤٠	٩٫٨١٨١	٩٫١٢٨٥	٨٫٥١٣٦	٧٫٩٦٣٣	٧٫٤٦٩٤	٧٫٠٢٤٨	٦٫٦٢٣١	٦٫٢٥٩٣
٢١	١٨٫٨٥٧٠	١٧٫٠١١٢	١٥٫٤١٥٠	١٤٫٠٢٩٢	١٢٫٨٢١١	١١٫٧٦٤١	١٠٫٨٣٥٥	١٠٫٠١٦٨	٩٫٢٩٢٢	٨٫٦٤٨٧	٧٫٠٧٥١	٧٫٥٦٢٠	٧٫١٠١٥	٦٫٦٨٧٠	٦٫٣١٢٥
٢٢	١٩٫٦٦٠٤	١٧٫٦٥٨٠	١٥٫٩٣٦٩	١٤٫٤٥١١	١٣٫١٦٣٠	١٢٫٠٤١٦	١١٫٠٦١٢	١٠٫٢٠٠٧	٩٫٤٤٢٤	٨٫٧٧١٥	٨٫١٧٥٧	٧٫٦٤٤٦	٧٫١٦٩٥	٦٫٧٤٢٩	٦٫٣٥٨٧
٢٣	٢٠٫٤٥٥٨	١٨٫٢٩٢٢	١٦٫٤٤٣٦	١٤٫٨٥٦٨	١٣٫٤٨٨٦	١٢٫٣٠٣٤	١١٫٢٧٢٢	١٠٫٣٧١١	٩٫٥٨٠٢	٨٫٨٨٣٢	٨٫٢٦٦٤	٧٫٧١٨٤	٧٫٢٢٩٧	٦٫٧٩٢١	٦٫٣٩٨٨
٢٤	٢١٫٢٤٣٤	١٨٫٩١٣٩	١٦٫٩٣٥٥	١٥٫٢٤٧٠	١٣٫٧٩٨٦	١٢٫٥٥٠٤	١١٫٤٦٩٣	١٠٫٥٢٨٨	٩٫٧٠٦٦	٨٫٩٨٤٧	٨٫٣٤٨١	٧٫٧٨٤٣	٧٫٢٨٢٩	٦٫٨٣٥١	٦٫٤٣٣٨
٢٥	٢٢٫٠٢٣٢	١٩٫٥٢٣٥	١٧٫٤١٣١	١٥٫٦٢٢١	١٤٫٠٩٣٩	١٢٫٧٨٣٤	١١٫٦٥٣٦	١٠٫٦٧٤٨	٩٫٨٢٢٦	٩٫٠٧٧٠	٨٫٤٢١٧	٧٫٨٤٣١	٧٫٣٣٠٠	٦٫٨٧٢٩	٦٫٤٦٤١
٢٦	٢٢٫٧٩٥٢	٢٠٫١٢١٠	١٧٫٨٧٦٨	١٥٫٩٨٢٨	١٤٫٣٧٥٢	١٣٫٠٠٣٢	١١٫٨٢٥٨	١٠٫٨١٠٠	٩٫٩٢٩٠	٩٫١٦٠٩	٨٫٤٨٨١	٧٫٨٩٥٧	٧٫٣٧١٧	٦٫٩٠٦١	٦٫٤٩٠٦
٢٧	٢٣٫٥٥٩٦	٢٠٫٧٠٦٩	١٨٫٣٢٧٠	١٦٫٣٢٩٦	١٤٫٦٤٣٠	١٣٫٢١٠٥	١١٫٩٨٦٧	١٠٫٩٣٥٢	١٠٫٠٢٦٦	٩٫٢٣٧٢	٨٫٥٤٧٨	٧٫٩٤٢٦	٧٫٤٠٨٦	٦٫٩٣٥٢	٦٫٥١٣٥
٢٨	٢٤٫٣١٦٤	٢١٫٢٨١٣	١٨٫٧٦٤١	١٦٫٦٦٣١	١٤٫٨٩٨١	١٣٫٤٠٦٢	١٢٫١٣٧١	١١٫٠٥١١	١٠٫١١٦١	٩٫٣٠٦٦	٨٫٦٠١٦	٧٫٩٨٤٤	٧٫٤٤١٢	٦٫٩٦٠٧	٦٫٥٣٣٥
٢٩	٢٥٫٠٦٥٨	٢١٫٨٤٤٤	١٩٫١٨٨٤	١٦٫٩٨٣٧	١٥٫١٤١١	١٣٫٥٩٠٧	١٢٫٢٧٧٧	١١٫١٥٨٤	١٠٫١٩٨٣	٩٫٣٦٩٦	٨٫٦٥٠١	٨٫٠٢١٨	٧٫٤٧٠١	٦٫٩٨٣٠	٦٫٥٥٠٩
٣٠	٢٥٫٨٠٧٧	٢٢٫٣٩٦٥	١٩٫٦٠٠٤	١٧٫٢٩٢٠	١٥٫٣٧٢٤	١٣٫٧٦٤٨	١٢٫٤٠٩٠	١١٫٢٥٧٨	١٠٫٢٧٣٧	٩٫٤٢٦٩	٨٫٦٩٣٨	٨٫٠٥٥٢	٧٫٤٩٥٧	٧٫٠٠٢٧	٦٫٥٦٦٠

تابع جدول (٢)

ن/ر	٪١٦	٪١٨	٪٢٠	٪٢٢	٪٢٤	٪٢٦	٪٢٨	٪٣٠	٪٣٢	٪٣٤	٪٣٦	٪٣٨	٪٤٠	٪٤٥	٪٥٠
١	٠٫٨٦٢١	٠٫٨٤٧٥	٠٫٨٣٣٣	٠٫٨١٩٧	٠٫٨٠٦٥	٠٫٧٩٣٧	٠٫٧٨١٣	٠٫٧٦٩٢	٠٫٧٥٧٦	٠٫٧٤٦٣	٠٫٧٣٥٣	٠٫٧٢٤٦	٠٫٧١٤٣	٠٫٦٨٩٧	٠٫٦٦٦٧
٢	١٫٦٠٥٢	١٫٥٦٥٦	١٫٥٢٧٨	١٫٤٩١٥	١٫٤٥٦٨	١٫٤٢٣٥	١٫٣٩١٦	١٫٣٦٠٩	١٫٣٣١٥	١٫٣٠٣٢	١٫٢٧٦٠	١٫٢٤٩٧	١٫٢٢٤٥	١٫١٦٥٣	١٫١١١١
٣	٢٫٢٤٥٩	٢٫١٧٤٣	٢٫١٠٦٥	٢٫٠٤٢٢	١٫٩٨١٣	١٫٩٢٣٤	١٫٨٦٨٤	١٫٨١٦١	١٫٧٦٦٣	١٫٧١٨٨	١٫٦٧٣٥	١٫٦٣٠٢	١٫٥٨٨٩	١٫٤٩٣٣	١٫٤٠٧٤
٤	٢٫٧٩٨٢	٢٫٦٩٠١	٢٫٥٨٨٧	٢٫٤٩٣٦	٢٫٤٠٤٣	٢٫٣٢٠٢	٢٫٢٤١٠	٢٫١٦٦٢	٢٫٠٩٥٧	٢٫٠٢٩٠	١٫٩٦٥٨	١٫٩٠٦٠	١٫٨٤٩٢	١٫٧١٩٥	١٫٦٠٤٩
٥	٣٫٢٧٤٣	٣٫١٢٧٢	٢٫٩٩٠٦	٢٫٨٦٣٦	٢٫٧٤٥٤	٢٫٦٣٥١	٢٫٥٣٢٠	٢٫٤٣٥٦	٢٫٣٤٥٢	٢٫٢٦٠٤	٢٫١٨٠٧	٢٫١٠٥٨	٢٫٠٣٥٢	١٫٨٧٥٥	١٫٧٣٦٦
٦	٣٫٦٨٤٧	٣٫٤٩٧٦	٣٫٣٢٥٥	٣٫١٦٦٩	٣٫٠٢٠٥	٢٫٨٨٥٠	٢٫٧٥٩٤	٢٫٦٤٢٧	٢٫٥٣٤٢	٢٫٤٣٣١	٢٫٣٣٨٨	٢٫٢٥٠٦	٢٫١٦٨٠	١٫٩٨٣١	١٫٨٢٤٤
٧	٤٫٠٣٨٦	٣٫٨١١٥	٣٫٦٠٤٦	٣٫٤١٥٥	٣٫٢٤٢٣	٣٫٠٨٣٣	٢٫٩٣٧٠	٢٫٨٠٢١	٢٫٦٧٧٥	٢٫٥٦٢٠	٢٫٤٥٥٠	٢٫٣٥٥٥	٢٫٢٦٣٨	٢٫٠٥٧٢	١٫٨٨٢٩
٨	٤٫٣٤٣٦	٤٫٠٧٧٦	٣٫٨٣٧٢	٣٫٦١٩٢	٣٫٤٢١٢	٣٫٢٤٠٧	٣٫٠٧٥٨	٢٫٩٢٤٧	٢٫٧٨٦٠	٢٫٦٥٨٢	٢٫٥٤٠٤	٢٫٤٣١٥	٢٫٣٣٠٦	٢٫١٠٨٥	١٫٩٢٫٢٠
٩	٤٫٦٠٦٥	٤٫٣٠٣٠	٤٫٠٣١٠	٣٫٧٨٦٣	٣٫٥٦٥٥	٣٫٣٦٥٧	٣٫١٨٤٢	٣٫٠١٩٢	٢٫٨٦٨١	٢٫٧٣٠٠	٢٫٦٠٣٣	٢٫٤٨٦٦	٢٫٣٧٩٠	٢٫١٤٣٨	٢٫٩٤٨٠
١٠	٤٫٨٣٣٢	٤٫٤٩٤١	٤٫١٩٢٥	٣٫٩٢٣٣	٣٫٦٨١٩	٣٫٤٦٤٨	٣٫٢٦٨٩	٣٫٠٩١٥	٢٫٩٣٠٤	٢٫٧٨٣١	٢٫٦٤٩٥	٢٫٥٢٦٣	٢٫٤١٣٦	٢٫١٦٨١	١٫٩٠٥٣
١١	٥٫٠٢٨٦	٤٫٦٥٦٠	٤٫٣٢٧١	٤٫٠٣٥٤	٣٫٧٧٥٧	٣٫٥٤٣٥	٣٫٣٣٥١	٣٫١٤٧٣	٢٫٩٧٧٦	٢٫٨٢٣٦	٢٫٦٨٣٤	٢٫٥٥٥٥	٢٫٤٣٨٣	٢٫١٨٤٩	١٫٩٧٦٩
١٢	٥٫١٩٧١	٤٫٧٩٣٢	٤٫٤٣٩٢	٤٫١٢٧٤	٣٫٨٥١٤	٣٫٦٠٥٩	٣٫٣٨٦٨	٣٫١٩٠٣	٣٫٠١٣٣	٢٫٨٥٣٤	٢٫٧٠٨٤	٢٫٥٧٦٤	٢٫٤٥٥٩	٢٫١٩٦٥	١٫٩٨٤٥
١٣	٥٫٣٤٢٣	٤٫٩٠٩٥	٤٫٥٣٢٧	٤٫٢٠٢٨	٣٫٩١٢٤	٣٫٦٥٥٥	٣٫٤٢٧٢	٣٫٢٢٣٣	٣٫٠٤٠٤	٢٫٨٧٥٧	٢٫٧٢٦٨	٢٫٥٩١٦	٢٫٤٦٨٥	٢٫٢٠٤٥	١٫٩٨٩٧
١٤	٥٫٤٦٧٥	٥٫٠٠٨١	٤٫٦١٠٦	٤٫٢٦٤٦	٣٫٩٦١٦	٣٫٦٩٤٩	٣٫٤٥٨٧	٣٫٢٤٨٧	٣٫٠٦٠٩	٢٫٨٩٢٣	٢٫٧٤٠٣	٢٫٦٠٢٦	٢٫٤٧٧٥	٢٫٢١٠٠	١٫٩٩٣١
١٥	٥٫٥٧٥٥	٥٫٠٩١٦	٤٫٦٧٥٥	٤٫٣١٥٢	٤٫٠٠١٣	٣٫٧٢٦١	٣٫٤٨٣٤	٣٫٢٦٨٢	٣٫٠٧٦٤	٢٫٩٠٤٧	٢٫٧٥٠٢	٢٫٦١٠٦	٢٫٤٨٣٩	٢٫٢١٣٨	١٫٩٩٥٤
١٦	٥٫٦٦٨٥	٥٫١٦٢٤	٤٫٧٢٩٦	٤٫٣٥٦٧	٤٫٠٣٣٣	٣٫٧٥٠٩	٣٫٥٠٢٦	٣٫٢٨٣٢	٣٫٠٨٨٢	٢٫٩١٤٠	٢٫٧٥٧٥	٢٫٦١٦٤	٢٫٤٨٨٥	٢٫٢١٦٤	١٫٩٩٧٠
١٧	٥٫٧٤٨٧	٥٫٢٢٢٣	٤٫٧٧٤٦	٤٫٣٩٠٨	٤٫٠٥٩١	٣٫٧٧٠٥	٣٫٥١٧٧	٣٫٢٩٤٨	٣٫٠٩٧٢	٢٫٩٢٠٩	٢٫٧٦٢٩	٢٫٦٢٠٦	٢٫٤٩١٨	٢٫٢١٨٢	١٫٩٩٨٠
١٨	٥٫٨١٧٨	٥٫٢٧٣٢	٤٫٨١٢٢	٤٫٤١٨٧	٤٫٠٧٩٩	٣٫٧٨٦١	٣٫٥٢٩٤	٣٫٣٠٣٧	٣٫١٠٣٩	٢٫٩٢٦٠	٢٫٧٦٦٨	٢٫٦٢٣٦	٢٫٤٩٤١	٢٫٢١٩٥	١٫٩٩٨٦
١٩	٥٫٨٧٧٥	٥٫٣١٦٢	٤٫٨٤٣٥	٤٫٤٤١٥	٤٫٠٩٦٧	٣٫٧٩٨٥	٣٫٥٣٨٦	٣٫٣١٠٥	٣٫١٠٩٠	٢٫٩٢٩٩	٢٫٧٦٩٧	٢٫٦٢٥٨	٢٫٤٩٥٨	٢٫٢٢٠٣	١٫٩٩٩١
٢٠	٥٫٩٢٨٨	٥٫٣٥٢٧	٤٫٨٦٩٦	٤٫٤٦٠٣	٤٫١١٠٣	٣٫٨٠٨٣	٣٫٥٤٥٨	٣٫٣١٥٨	٣٫١١٢٩	٢٫٩٣٢٧	٢٫٧٧١٨	٢٫٦٢٧٤	٢٫٤٩٧٠	٢٫٢٢٠٩	١٫٩٩٩٤
٢١	٥٫٩٧٣١	٥٫٣٨٣٧	٤٫٨٩١٣	٤٫٤٧٥٦	٤٫١٢١٢	٣٫٨١٦١	٣٫٥٥١٤	٣٫٣١٩٨	٣٫١١٥٨	٢٫٩٣٤٩	٢٫٧٧٣٤	٢٫٦٢٨٥	٢٫٤٩٧٩	٢٫٢٢١٣	١٫٩٩٩٦
٢٢	٦٫٠١١٣	٥٫٤٠٩٩	٤٫٩٠٩٤	٤٫٤٨٨٢	٤٫١٣٠٠	٣٫٨٢٢٣	٣٫٥٥٥٨	٣٫٣٢٣٠	٣٫١١٨٠	٢٫٩٣٦٥	٢٫٧٧٤٦	٢٫٦٢٩٤	٢٫٤٩٨٥	٢٫٢٢١٦	١٫٩٩٩٧
٢٣	٦٫٠٤٤٢	٥٫٤٣٢١	٤٫٩٢٤٥	٤٫٤٩٨٥	٤٫١٣٧١	٣٫٨٢٧٣	٣٫٥٥٩٢	٣٫٣٢٥٥	٣٫١١٩٧	٢٫٩٣٧٧	٢٫٧٧٥٤	٢٫٦٣٠٠	٢٫٤٩٨٩	٢٫٢٢١٨	١٫٩٩٩٨
٢٤	٦٫٠٧٢٦	٥٫٤٥٠٩	٤٫٩٣٧١	٤٫٥٠٧٠	٤٫١٤٢٨	٣٫٨٣١٣	٣٫٥٦١٩	٣٫٣٢٧٢	٣٫١٢١٠	٢٫٩٣٨٦	٢٫٧٧٦٠	٢٫٦٣٠٤	٢٫٤٩٩٢	٢٫٢٢١٩	١٫٩٩٩٩
٢٥	٦٫٠٩٧١	٥٫٤٦٦٩	٤٫٩٤٧٦	٤٫٥١٣٩	٤٫١٤٧٤	٣٫٨٣٤٢	٣٫٥٦٤٠	٣٫٣٢٨٦	٣٫١٢٢٠	٢٫٩٣٩٢	٢٫٧٧٦٥	٢٫٦٣٠٧	٢٫٤٩٩٤	٢٫٢٢٢٠	١٫٩٩٩٩
٢٦	٦٫١١٨٢	٥٫٤٨٠٤	٤٫٩٥٦٣	٤٫٥١٩٦	٤٫١٥١١	٣٫٨٣٦٧	٣٫٥٦٥٦	٣٫٣٢٩٧	٣٫١٢٢٧	٢٫٩٣٩٧	٢٫٧٧٦٨	٢٫٦٣١٠	٢٫٤٩٩٦	٢٫٢٢٢١	١٫٩٩٩٩
٢٧	٦٫١٣٦٤	٥٫٤٩١٩	٤٫٩٦٣٦	٤٫٥٢٤٣	٤٫١٥٤٢	٣٫٨٣٨٧	٣٫٥٦٦٩	٣٫٣٣٠٥	٣٫١٢٣٣	٢٫٩٤٠١	٢٫٧٧٧١	٢٫٦٣١١	٢٫٤٩٩٧	٢٫٢٢٢٢	٢٫٠٠٠٠
٢٨	٦٫١٥٢٠	٥٫٥٠١٦	٤٫٩٦٩٧	٤٫٥٢٨١	٤٫١٥٦٦	٣٫٨٤٠٢	٣٫٥٦٧٩	٣٫٣٣١٢	٣٫١٢٣٧	٢٫٩٤٠٤	٢٫٧٧٧٣	٢٫٦٣١٣	٢٫٤٩٩٨	٢٫٢٢٢٢	٢٫٠٠٠٠
٢٩	٦٫١٦٥٦	٥٫٥٠٩٨	٤٫٩٧٤٧	٤٫٥٣١٢	٤٫١٥٨٥	٣٫٨٤١٤	٣٫٥٦٨٧	٣٫٣٣١٦	٣٫١٢٤٠	٢٫٩٤٠٦	٢٫٧٧٧٤	٢٫٦٣١٣	٢٫٤٩٩٩	٢٫٢٢٢٢	٢٫٠٠٠٠
٣٠	٦٫١٧٧٢	٥٫٥١٦٨	٤٫٩٧٨٩	٤٫٥٣٣٨	٤٫١٦٠١	٣٫٨٤٢٤	٣٫٥٦٩٣	٣٫٣٣٢١	٣٫١٢٤٢	٢٫٩٤٠٧	٢٫٧٧٧٥	٢٫٦٣١٤	٢٫٤٩٩٩	٢٫٢٢٢٢	٢٫٠٠٠٠

المحتـــــويـــات

الباب الأول

النمـــاذج المحاسـبية

رقم الصفحة

الفصل الأول : دور المعلومات المحاسبية ١

الفصل الثانى : اتخاذ القرارات الادارية ٢٩

الفصل الثالث : الموازنات التقديرية ٥٣

الفصل الرابع : اتخاذ القرارات فى مجال تخطيط الأرباح .. ١٢١

الفصل الخامس : اتخاذ القرارات فى مجال التخطيط المالى .. ١٨١

الفصل السادس : الموازنة الرأسمالية واتخاذ قرارات الانفـــاق الرأسمالى ٢١٨

الباب الثانـى

بحوث العمليات والنماذج الكميـة

الفصل الأول : البرمجة الخطية (بعض المفاهيم الأساسية).. ٢٨٩

الفصل الثانى : البرمجة الخطية (طريقةالسمبلكس) ٣٣٥

الفصل الثالث : البرمجة الخطية (تداخل النشاط والثنائيـــة والتحلل وتحليل الحساسية).......... ٣٧٣

الفصل الرابع : طرق التوزيع ٤٣٧

الفصل الخامس : البرمجة العددية وطريقةالسمبلكس الثنائية ... ٤٩١

الفصل السادس : نماذج التحليل الشبكى فى تخطيط وجدولـــة تنفيذ المشروعات ٥١٣

الفصل السابع : مقدمة فى نظريةالمباريات ٥٥٥

الفصل الثامن : البرمجة الديناميكيـــة ٥٧٩

